

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE  
SERVICE  
de la PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

# BREVET D'INVENTION

P.V. n° 25.744

N° 1.456.623

Classification internationale : A 61 m // A 61 b

Dispositif à déplacement sans frottement par retournement continu.

MM. HARRY S. ZEIMER, ARIEL SIMKIN et THE STATE OF ISRAEL-PRIME  
MINISTER'S OFFICE résidant en Israël.

Demandé le 23 juillet 1965, à 14<sup>h</sup> 13<sup>m</sup>, à Paris.

Délivré par arrêté du 19 septembre 1966.

(*Bulletin officiel de la Propriété industrielle*, n° 44 du 28 octobre 1966.)

(*Demande de brevet déposée en Israël le 24 juillet 1964,  
sous le n° 21.759, aux noms des demandeurs.*)



La présente invention se rapporte à un nouveau dispositif et en particulier, à un nouveau dispositif tubulaire flexible capable d'effectuer un mouvement commandé qui est déterminé ou accompagné par un déplacement de la surface de ce dispositif, déplacement dans lequel la surface interne est transformée en une surface externe, ce déplacement étant désigné dans le présent mémoire par le terme de « extroversion », ou retournement vers l'extérieur, et/ou un déplacement dans lequel la surface externe est transformée en une surface interne, ce déplacement étant désigné dans le présent mémoire par l'expression « introversion », ou retournement à l'intérieur.

Suivant l'invention, on réalise un nouveau dispositif comprenant une âme ou partie centrale qui, au moins sur une partie de sa longueur, est flexible et tubulaire, une extrémité de l'âme tubulaire étant retournée et maintenue fixe par rapport au dispositif, ou bien les deux extrémités de l'âme tubulaire étant rabattues de façon à être fixées entre elles ou à se raccorder entre elles, cette âme tubulaire pouvant être retournée en continu vers l'extérieur de façon à former la surface externe du dispositif, et étant à chaque instant resserrée sur elle-même et l'ensemble de l'âme s'étendant sur une longueur au moins égale à celle de la surface externe du dispositif.

Le nouveau dispositif suivant l'invention, lorsqu'il est soumis au mouvement d'extroversion tel que défini ci-dessus, possède certaines propriétés nouvelles qui peuvent être utilisées, soit séparément, soit en combinaison dans les applications qui seront décrites dans le présent mémoire.

C'est ainsi que, sous l'effet de l'extroversion de l'âme tubulaire intérieure, cette âme avance vers l'avant, tandis que la surface externe du dispositif a à tout moment une vitesse nulle par rapport au milieu environnant. En fait, il est possible de faire avancer l'ensemble de l'élément

mais, en raison du fait que l'avance se produit sous l'effet de l'extroversion de l'âme mobile, l'avance n'est soumise à aucune résistance de frottement du fait du milieu environnant. Cette propriété particulière peut être utilisée lorsque l'on veut faire progresser le dispositif en contact avec un milieu environnant tel que, par exemple, les parois d'un conduit ou un milieu visqueux environnant, pour réduire au minimum la résistance de frottement qui s'oppose au mouvement.

A ce propos, on a imaginé deux principales formes de réalisation du dispositif suivant l'invention. Suivant l'une de ces formes de réalisation, le dispositif a la forme d'un tore qui est rempli d'un liquide ou d'une matière constituée par des particules fines et qui a une forme telle que, lorsqu'il est rempli, l'âme tubulaire intérieure soit aplatie. Dans cette forme de réalisation, les deux extrémités de l'âme tubulaire intérieure sont en fait rabattues sur elles-mêmes et fixées l'une à l'autre de telle façon que les extrémités soient en réalité fixes l'une par rapport à l'autre. Lorsque l'on place un tore dans un conduit de façon à remplir la section de ce conduit et qu'on le déplace le long du conduit, par exemple en créant une différence de pression de part et d'autre du tore, le tore progresse le long du conduit sous l'effet du mouvement continu d'extroversion de l'âme tubulaire intérieure, la surface externe du tore ayant à tout moment une vitesse nulle par rapport aux parois du conduit. On peut donc faire avancer le tore dans le conduit avec une résistance de frottement minimale et, par conséquent, en exerçant le minimum d'efforts.

Ce tore trouve une application particulière dans le transport par eau de matières en vrac et également dans la construction des véhicules se déplaçant sur l'eau ou dans l'eau. Suivant une variante, ce tore peut être employé dans un conduit pour effectuer des vérifications.

Suivant la deuxième forme principale de réalisation, le dispositif est constitué par une longueur de tube flexible aplati, qui constitue l'âme tubulaire, l'extrémité libre du tube étant retournée sur elle-même et étant maintenue fixe. Si, à ce moment, on introduit un fluide ou une matière divisée en grains, sous pression, dans l'extrémité retournée du tube tandis que le tube est, dans son ensemble, laissé libre, l'extroversion de l'âme tubulaire se produit sous l'influence du fluide et le dispositif formé avance sous l'effet de cette extroversion. A tout instant, la surface externe du dispositif ainsi formé a une vitesse nulle par rapport au milieu environnant, ce fait peut être utilisé lorsqu'on veut faire avancer le dispositif à travers une gaine qu'il remplit entièrement ou dans un milieu visqueux, cette avance se produisant pratiquement sans résistance de frottement. Cette forme de réalisation peut être utilisée de façon particulièrement utile en qualité de sonde dans les diagnostics médicaux et les soins thérapeutiques et pour l'introduction d'instruments de biopsie ou de médicaments dans des conduits ou cavités du corps qui seraient inaccessibles d'une autre façon.

On donnera ci-dessous des exemples de l'utilisation de ce procédé d'avance sans frottement du dispositif suivant l'invention dans diverses applications pratiques.

Dans le cas de la deuxième forme de réalisation décrite plus haut, le fait que, lorsqu'on fait avancer le dispositif dans un conduit, la surface externe de ce dispositif a une vitesse relative nulle par rapport aux parois du conduit, implique que chaque partie discrète de la surface externe du dispositif et, par conséquence, chaque partie discrète de la surface interne de l'âme tubulaire à partir de laquelle le dispositif se développe, entre en contact avec le conduit en un seul point. Cette propriété de l'élément peut être utilisée dans les applications qui seront décrites en détail plus bas, même dans les cas où l'avance sans frottement du dispositif est d'une importance secondaire.

Au dessin annexé, donné uniquement à titre d'exemple :

Les figures 1a à 1e représentent les diverses phases de la construction d'un tore suivant l'invention ;

Les figures 2a et 2b sont respectivement des vues en coupe longitudinale et en plan d'une valve d'entrée d'un tore suivant l'invention ;

Les figures 3a et 3b sont respectivement une vue en bout et une vue en coupe longitudinale d'une variante de réalisation du tore suivant l'invention ;

Les figures 4a et 4b sont respectivement une vue en élévation en bout et une vue en coupe longitudinale d'une autre variante de réalisation d'un tore suivant l'invention ;

La figure 5 représente un tore suivant l'in-

vention utilisé pour la vérification des fuites d'une canalisation ;

La figure 6 représente schématiquement par une vue en élévation de côté, un transporteur de matières en vrac suivant l'invention ;

Les figures 7 et 8 représentent schématiquement en coupe longitudinale verticale, deux variantes de réalisation de transporteurs de matières en vrac suivant l'invention ;

La figure 9 est une vue en coupe longitudinale verticale d'un ensemble coaxial formé de deux tubes à retournement suivant l'invention ;

Les figures 10a, 10b et 10c représentent schématiquement l'ensemble coaxial représenté sur la figure 14 utilisé pour extraire un objet d'une cavité ;

La figure 11 est une vue en élévation d'un instrument d'obstétrique qui applique le principe du dispositif coaxial représenté sur les figures 9 et 10 ;

La figure 12 est une vue en coupe suivant la ligne XII-XII de l'instrument de la figure 11 ;

Les figures 13 et 14 sont respectivement une vue en coupe longitudinale verticale et une vue en élévation en bout d'un poseur de sonde suivant l'invention ;

Les figures 15 et 16 représentent les éléments séparés d'une variante de réalisation d'un distributeur suivant l'invention ;

Les figures 17 et 18 sont respectivement des vues en élévation de côté et en bout d'une console de commande pour le poseur de sondes représenté sur les figures 13 et 14 ;

Les figures 19a, 19b, 19c et 19d représentent schématiquement une sonde suivant l'invention, destinée à prendre des empreintes dans un conduit ;

Les figures 20a et 20b représentent une sonde suivant l'invention, utilisée pour injecter un fluide dans un conduit ;

Les figures 21a et 21b représentent une sonde suivant l'invention, utilisée pour introduire un objet cylindrique dans un conduit ;

Les figures 22 et 23 représentent schématiquement deux variantes de réalisation d'une sonde suivant l'invention, utilisée pour obtenir des photographies à l'intérieur d'un conduit ;

La figure 24 est une vue en coupe d'une variante de réalisation d'une sonde photographique ;

La figure 25 est une vue en coupe longitudinale de la variante de réalisation représentée sur la figure 24 à l'état rétracté dans une monture appropriée ;

Les figures 26a et 26b représentent deux phases de l'utilisation d'une sonde suivant l'invention, destinées à obtenir une mesure par des moyens électriques à l'intérieur d'un conduit ;

La figure 27 représente une sonde suivant l'invention, permettant l'observation de l'intérieur d'un conduit au moyen d'un fibroscope ;

Les figures 28a et 28b représentent une petite

sonde à commande manuelle suivant l'invention ;

La figure 29 représente une variante de réalisation d'une sonde à commande manuelle suivant l'invention ;

La figure 30 est une vue en perspective éclatée d'une autre sonde à commande manuelle suivant l'invention ;

Les figures 31a et 31b représentent deux phases de l'utilisation d'une petite sonde à fibro-scope et à commande manuelle suivant l'invention ;

Les figures 32a, 32b, 32c, 32d et 32e représentent une sonde suivant l'invention, utilisée pour l'introduction d'une quantité pré-déterminée de fluide dans un canal ;

La figure 33 représente la disposition d'une sonde suivant l'invention lorsqu'elle suit un trajet sinusoïdal ;

La figure 34 représente une sonde suivant l'invention dans le cas où elle suit un trajet de ce genre et où son âme tubulaire est munie de longueurs qui se chevauchent ;

Les figures 35, 36 et 37 représentent d'autres façons de munir l'âme tubulaire des longueurs qui se chevauchent représentées schématiquement sur la figure 34 ;

La figure 38 représente une variante de réalisation d'un poseur de sonde suivant l'invention ;

La figure 39 est une vue à plus grande échelle représentant un détail de la sonde représentée sur la figure 38 ;

Les figures 40, 41, 42 et 43 représentent les éléments séparés d'une installation de traitement des sondes suivant l'invention ;

Les figures 44 et 45 sont respectivement des vues en coupe longitudinale et en coupe transversale d'une installation d'élévateur utilisant le nouveau dispositif suivant l'invention.

Ainsi qu'on l'a indiqué plus haut, une forme de réalisation de l'invention peut être constituée par un tore flexible. En effet, le tore constitue un élément ayant une âme tubulaire dont les extrémités sont retournées sur elles-mêmes et réunies entre elles. L'âme tubulaire flexible peut se retourner vers l'extérieur de façon continue pour former les parois externes du tore. De cette façon, l'ensemble du tore peut avancer par rapport au milieu environnant, tandis que ses parois externes restent toujours fixes par rapport au milieu à n'importe quel instant particulier donné. Par conséquent, le déplacement du tore par rapport au milieu se produit avec le minimum de résistance de frottement.

La figure 1 du dessin représente schématiquement un procédé de construction d'un tore suivant l'invention. Ainsi qu'on l'a représenté sur la figure 1a, le tore est formé de deux tubes flexibles 1 et 2 à parois minces (qui sont en caoutchouc dans une construction appropriée), qui sont enfilés l'un à l'intérieur de l'autre et qui sont d'égale longueur et d'égal diamètre. Les tubes sont agencés de telle façon qu'une extrémité

du tube extérieur 1 fasse légèrement saillie au-delà de l'extrémité correspondante du tube intérieur 2. Les deux tubes 1 et 2 sont entièrement collés l'un à l'autre, excepté dans une région qui comprend une valve d'entrée 3 et qui sera décrite dans la suite. De cette façon, le dispositif forme maintenant pratiquement un tube à double paroi dont les couches ont une seule extrémité libre. Ensuite, on retourne sur elles-mêmes ces deux extrémités du tube à double paroi et on les réunit l'une à l'autre de telle façon que l'ensemble de l'élément constitue maintenant une enveloppe toroïdale vide comme représenté sur la figure 1b. On injecte de l'eau ou un autre fluide dans cette enveloppe à travers la valve d'entrée 3 et, de cette façon, on forme un tore 4 comme représenté sur les figures 1c et 1d, tore qui comporte une âme intérieure tubulaire 5. Si, comme on peut le voir sur la figure 1e, on insère le tore dans un conduit 6 et si l'on établit une différence de pression de part et d'autre du tore 4, il se produit un déplacement du tore 4, ce déplacement résultant du retournement continu de l'âme tubulaire 5 vers l'extérieur de façon que cette âme forme les parois externes, ces dernières ayant, à n'importe quel instant considéré, une vitesse nulle par rapport au conduit 6. Le mouvement du tore 4 dans le conduit 6 se produit donc avec le minimum de résistance de frottement.

Les figures 2a et 2b représentent la construction de la valve d'entrée 3 à travers laquelle on peut injecter un liquide dans le tore. Ainsi qu'on peut le voir, deux ouvertures 3a et 3b sont formées respectivement dans les deux tubes 1 et 2, ces ouvertures 3a et 3b étant espacées l'une de l'autre et étant reliées par un canal 3c, ce canal 3c étant laissé libre lorsque l'on colle les tubes 1 et 2 l'un à l'autre. Le liquide peut donc être injecté dans le tore à travers l'ouverture extérieure 3a, le canal 3c et l'ouverture inférieure 3b. Lorsque l'enveloppe a été remplie de liquide, la pression développée dans cette enveloppe ferme le canal 3c, ce qui garantit que le fluide contenu dans le tore reste enfermé dans ce dernier.

Les figures 3a et 3b du dessin représentent schématiquement une autre forme de réalisation d'un tore suivant l'invention. Le tore est formé d'un châssis 7 qui est constitué par deux extrémités hexagonales 8 et 9, chaque extrémité hexagonale étant constituée par des tiges individuelles, les deux extrémités hexagonales 8 et 9 étant reliées entre elles par des tiges de liaison longitudinale 10. A chaque extrémité hexagonale sont combinées plusieurs roues 11 qui sont montées sur le châssis 7 et qui peuvent tourner sur des axes perpendiculaires aux tiges 10. On insère un manchon 12 formé, par exemple, de P.V.C. ou d'un matériau équivalent dans le châssis 7, dans l'axe longitudinal de ce châssis et on épauvouit les extrémités de ce manchon pour les

retourner vers l'extérieur en les faisant passer sur les roues 11 des deux extrémités du châssis 7 et on les réunit pour qu'elles forment la paroi externe 13 du tore.

Le tore ainsi formé est muni d'une valve d'entrée 14, de toute construction appropriée et d'une valve de sortie d'air (non représentée). On peut injecter de l'eau ou un autre fluide dans le tore à travers la soupape d'entrée 14, l'air emprisonné étant évacué à travers la soupape de sortie, l'injection du fluide se prolongeant jusqu'à ce que le dispositif ait la pression interne nécessaire et que l'âme tubulaire du dispositif soit fermée. La surface interne du manchon 12 peut présenter de préférence des nervures longitudinales venues de matière, ces nervures s'engagent dans les jantes rainurées des roues, ce qui assure un mouvement régulier et continu entre le manchon et les roues. On peut ensuite faire déplacer le dispositif qu'on vient de décrire dans un conduit en établissant une différence de pression entre les deux extrémités de ce dispositif.

Dans la forme de réalisation représentée sur les figures 3a et 3b du dessin, la pression interne du fluide moteur a pour effet de resserrer l'âme tubulaire sur elle-même. Dans la variante de réalisation représentée sur les figures 4a et 4b du dessin, l'enveloppe flexible du tore est de construction analogue à celle qu'on vient de décrire en regard des figures 3a et 3b, mais le châssis porteur diffère en ce qu'il est muni de roues de guidage 15, de diamètre très supérieur à celui des roues de guidage 11. En outre, les nervures longitudinales 14 formées sur la face interne de l'enveloppe passent entre les roues de guidage adjacentes 15 des paires de roues. Du fait qu'on prévoit des roues de guidage de grand diamètre, l'âme tubulaire est resserrée sur elle-même indépendamment de la pression du fluide moteur qui règne dans le dispositif.

La figure 5 représente l'utilisation d'un tore 21 pour la vérification de l'existence et la localisation d'une fuite dans une conduite souterraine 22. Comme on peut le voir sur le dessin, la conduite 22 s'étend entre deux stations 23 et 24, la conduite 22 étant telle que l'on puisse y faire passer un mécanisme de nettoyage à des intervalles réguliers. Si l'on veut vérifier la conduite pour détecter l'existence d'une fuite et localiser cette fuite, on effectue la vérification pendant une période de non fonctionnement, pendant laquelle on peut fermer la conduite 22 en vue de l'inspection. A ce moment, on introduit le tore 21, qui est formé de Néoprène ou équivalent, et qui est rempli d'un liquide identique ou analogue au liquide qui circule normalement dans la conduite 22, par celle des stations intermédiaires 23 et 24 qui se trouve en amont. Le tore 21 commence par se déplacer de la station dans laquelle il a été introduit dans la conduite en direction du centre de la conduite, sous l'effet de la pression du liquide

qui circule dans la conduite 22. La position du tore 21 peut être déterminée à tout moment par un opérateur 26 qui se déplace à la surface et qui est équipé d'un compteur Geiger 27. Lorsque le tore a atteint le centre de la conduite 22, on interrompt l'écoulement du fluide à travers la conduite 22 en fermant les vannes aux stations 23 et 24 et, au bout d'un temps relativement court, dès que la pression s'est équilibrée de part et d'autre du tore 21, le déplacement du tore 21, qui peut être détecté par le compteur Geiger 27, s'arrête également. Toutefois, s'il existe une fuite dans l'une ou l'autre des deux moitiés de la conduite 22, l'écoulement résiduel de liquide à travers la conduite 22 en direction de cette fuite détermine un déplacement du tore 21 en direction de la fuite. Ce mouvement du tore 21 se produit avec le minimum de frottement, la direction du mouvement étant détectée par l'opérateur 26 qui est équipé du compteur Geiger 27. Connaissant le sens du déplacement du tore 21, on peut déterminer dans laquelle des deux moitiés de la conduite 22 est située la fuite. On peut alors amener le tore 21 ou bien un autre tore 21 au centre de la moitié de la conduite 22 dans laquelle la fuite est située et on peut répéter l'opération en déterminant ainsi dans quel quart de la conduite 22 se trouve la fuite.

En répétant cette opération plusieurs fois, on isole une très courte longueur de la conduite dans laquelle on peut dire que la fuite se trouve et, lorsqu'on connaît cet emplacement et que les deux stations 23 et 24 de la conduite sont fermées, on fait déplacer le tore très lentement le long de la conduite 22 jusqu'au point réel où la fuite a été détectée, le tore 21 s'arrêtant en ce point.

Il va de soi que l'utilisation d'un tore 21 et de son déplacement pratiquement sans frottement, permettent au mouvement de se produire sous l'effet de différences de pression extrêmement faibles, tandis qu'en même temps, le tore 21 constitue par lui-même un bouchon efficacement étanche aux fluides.

Il est possible d'utiliser un tore flexible suivant l'invention pour le transport d'un liquide ou de matière en vrac à grains fins dans l'eau. Comme on peut le voir sur la figure 6 du dessin, le transporteur est formé par un tore flexible 28 de forme allongée, analogue aux tores décrits précédemment et munis d'une valve d'entrée et d'une valve de sortie (non représentées). Le tore est muni d'une armature 29 constituée par un châssis rigide 30 sur lequel sont montés des jeux de poulies 31 orientés radialement, des boucles d'armature 32 qui passent respectivement sur les poulies 31 et dans l'âme tubulaire intérieure du tore 28 et entourent cette âme. L'armature 29 est accouplée par un câble de remorquage 33 à un remorqueur approprié (non représenté).

Le tore 28 et son armature 29 sont construits

de telle façon et réalisés en des matières telles que lorsque le tore 28 est rempli du liquide qu'il est destiné à transporter, le poids spécifique global de l'ensemble soit légèrement supérieur à celui de l'eau dans laquelle il s'agit de transporter cette matière et dans laquelle, par conséquent, l'ensemble est immergé.

Lorsque l'ensemble qu'on vient de décrire est soumis à un effort de remorquage, tant que la vitesse de remorquage est inférieure à une certaine valeur minimum, l'ensemble sera tiré à l'encontre de la résistance de viscosité de l'eau dans laquelle l'ensemble est immergé. Toutefois, si la vitesse de remorquage est supérieure à la valeur minimum, cette résistance de viscosité prendra une valeur suffisamment grande pour que le tore 28 commence son mouvement d'extroversion, comme décrit plus haut, et par conséquent, la vitesse du mouvement de la surface externe du tore 28 par rapport à l'eau environnante sera réduite, de même que la résistance de viscosité qui s'oppose au mouvement.

Dans cet exemple d'utilisation du nouveau dispositif suivant l'invention, bien que l'on ne puisse pas dire que le mouvement du tore soit aussi exempt de frottement que dans les exemples précédemment décrits, le mouvement d'extroversion du réservoir conduit à une réduction du frottement. Toutefois, il y a lieu de remarquer que les économies de frais de transport qui sont obtenues sous l'effet de cette réduction de frottement doivent être diminuées des pertes qui résultent de la résistance à la déformation de l'enveloppe flexible du transporteur et des pertes d'énergie dans le circuit hydraulique interne formé dans le transporteur. Toutefois, il y a lieu de remarquer que ces pertes ont simplement pour effet de diminuer le gain qui résulte du mouvement d'extroversion du transporteur, mais que, tant que ce mouvement d'extroversion se produit, on doit obtenir une réduction de l'ensemble de la résistance de viscosité qui s'oppose au mouvement du transporteur et, par conséquent, on réalise une économie sur les frais de transport.

La figure 7 représente une variante de réalisation d'un transporteur de matières en vrac qui est en fait constitué par un réservoir cylindrique intérieur rigide 34, présentant une ouverture tubulaire 35 formée le long de son axe longitudinal et qui a une forme propre à constituer effectivement un tore creux fermé. Ce réservoir cylindrique rigide 34 est entièrement enveloppé par un tore 36 analogue formé d'une matière flexible appropriée. Des jeux de poulies 37, orientés radialement, sont montés à chaque extrémité du réservoir rigide 34 de façon à guider le mouvement du tore flexible externe 36. L'espace compris entre l'enveloppe flexible 36 et le réservoir rigide intérieur 34 est entièrement rempli d'eau. L'accès du réservoir intérieur 34 dans

lequel les matières en vrac sont destinées à être transportées, s'effectue par des entrées formées dans l'enveloppe extérieure et par des orifices étanches à l'eau (non représentés), qui donnent accès au réservoir rigide 34. L'ensemble représenté sur la figure 7 est muni d'une armature comme représenté sur la figure 6, et l'ensemble a un poids spécifique légèrement supérieur à celui de l'eau, de sorte qu'il est immergé.

Si, dans la forme de réalisation décrite en regard de la figure 6 du dessin, certaines des poulies sont entraînées par un moteur, l'ensemble peut être rendu auto-propulseur et, s'il est construit de façon appropriée, il peut fonctionner comme un sous-marin.

La figure 8 représente schématiquement une variante de réalisation du dispositif représenté sur la figure 7, cette variante pouvant servir de base pour la construction d'un sous-marin auto-moteur. Le dispositif comprend un corps rigide fermé 38 qui est équipé d'une proue 39 et d'une poupe 40 carénées. La partie centrale du corps 38 est de section rétrécie, et, dans cette partie rétrécie est monté un tore flexible 41 à travers l'âme tubulaire centrale duquel passe la partie centrale du corps. Le tore est guidé par des poulies 42 qui sont montées sur un châssis (non représenté), et il est supporté sur d'autres poulies 43. L'ensemble du dispositif peut être propulsé, soit par entraînement au moteur des poulies 42, soit en munissant le corps d'une hélice motrice (non représentée). La propulsion du véhicule, étant accompagnée par le retournement du tore 41 (dont la surface externe constitue une partie prédominante de la surface externe totale du dispositif), entraîne une résistance de frottement inférieure à celle que l'on constaterait avec un dispositif analogue, mais de construction classique.

L'autre principale forme de réalisation du nouveau dispositif suivant l'invention est le tube flexible à extroversion.

Il a déjà été proposé des tubes à extroversion pour diverses applications et ces tubes sont en général constitués par des tubes flexibles aplatis dont les extrémités sont retournées sur elles-mêmes et maintenues fixes. Lorsqu'on exerce une pression de fluide sur l'extrémité retournée, le tube progresse dans son ensemble, le tube aplati constituant une âme tubulaire. L'extroversion se propage dans le sens de la pression du fluide avec une vitesse égale à la moitié de l'avance de l'âme tubulaire. Du fait que le mouvement d'avance du dispositif se produit sous l'effet de l'extroversion de l'âme tubulaire intérieure, la surface externe du dispositif est à tout moment fixe par rapport au milieu environnant et, par conséquent, l'introduction du dispositif à extroversion dans le milieu environnant se produit avec une résistance de frottement négligeable. Ce fait présente une importance particulière dans les formes de

réalisation qu'on décrira dans la suite et dans lesquelles le dispositif constitue une sonde destinée à être introduite dans un canal ou une cavité d'un être vivant.

La figure 9 représente une forme de réalisation d'un dispositif à tube à extroversion suivant l'invention, qui est essentiellement constitué par deux dispositifs tubulaires coaxiaux à extroversion. Comme on peut le voir sur le dessin, une monture cylindrique 51 rigide et fermée à une extrémité, est munie d'une entrée de liquide 52 à cette extrémité. L'extrémité retournée vers l'extérieur d'un élément tubulaire flexible extérieur 53 est serrée au moyen d'un collier de serrage 54 sur l'extrémité de la monture 51 la plus éloignée de l'entrée du liquide 52. L'extrémité intérieure ou extrémité opposée de l'élément 53 est serrée au moyen d'un collier de serrage 55 sur une bague rigide intérieure 56 sur laquelle est également serrée l'extrémité retournée vers l'extérieur de l'élément tubulaire flexible intérieur 57, dont l'extrémité opposée ou extrémité intérieure est serrée sur l'extrémité d'une tige rigide 58 qui traverse la bague 56 et sort par l'extrémité fermée de la monture 51 en traversant une bague d'étanchéité 59. La bague rigide 56 est fixée à une autre tige rigide 60 qui traverse une autre bague d'étanchéité 61 montée sur l'extrémité fermée de la monture 51.

Lorsqu'on introduit un liquide ou autre fluide sous pression dans la monture 51 à travers l'entrée 52, l'âme tubulaire intérieure 57a de l'élément 57 s'aplatit, tandis que la surface externe 57b de l'élément et l'âme tubulaire intérieure 53a de l'élément 53 sont pressées l'une sur l'autre. En même temps, il s'exerce une poussée sur les extrémités retournées des deux éléments 53 et 57, dans le sens indiqué par la flèche 62, le résultat étant de produire une extroversion des éléments tubulaires dans le sens de la flèche 62 et de faire sortir les éléments de la monture 51. Par conséquent, les tiges rigides de la monture 58 et 60 tendent à s'engager à l'intérieur de la monture 51. Si, maintenant, on maintient la tige 58 fixe tandis que la tige 60 reste libre de se déplacer, il se produit une extroversion continue des âmes tubulaires 53a et 57a des deux éléments 53 et 57, les éléments dans leur ensemble progressant vers l'extérieur, dans le sens de la flèche 52. Alors, sous l'effet de l'extroversion de l'âme tubulaire 53a, la surface externe 53b de l'élément reste fixe par rapport au milieu environnant, tandis que l'âme tubulaire 53a et la surface externe 53b de l'élément 57 s'avancent conjointement, de sorte qu'il n'existe pas de résistance de frottement qui s'oppose au mouvement des deux surfaces en contact. Le mouvement de l'ensemble des tubes coaxiaux se produit donc pratiquement sans résistance de frottement.

Les propriétés de l'ensemble qu'on vient de décrire sont particulièrement utiles lorsqu'on

veut introduire l'ensemble coaxial dans un canal et faire en sorte que l'élément intérieur 57 enve- loppe dans son âme tubulaire 57a un obstacle situé sur son trajet axial.

L'utilisation d'un dispositif coaxial tel que celui représenté sur la figure 9 pour saisir et extraire un objet d'un canal dans lequel le dispositif est introduit, est représentée schématiquement sur les figures 10a, 10b et 10c du dessin, qui représentent les diverses phases de l'extraction d'un objet. Comme on peut le voir sur le dessin, un objet solide 63 est situé dans l'extrémité d'une cavité 64 formée dans une matière élastique 65. Comme représenté sur la figure 10a, on introduit l'ensemble dans la cavité, en maintenant la tige 58 immobile. Du fait que la cavité 64 est formée dans une masse élastique 65, l'élément extérieur 53, en pénétrant dans la cavité, élargit cette dernière. Lorsque l'ensemble rencontre l'objet 63 qui est situé sur son trajet axial, l'élément intérieur 57 enveloppe l'objet 63 dans son âme tubulaire 57a. Cet enveloppement de l'objet 63 par l'élément intérieur 57 se produit sans glissement, de même que la pénétration de l'ensemble dans la cavité.

La figure 10b représente l'ensemble avec l'objet 63 logé dans l'âme tubulaire 57a.

Pour extraire l'objet 63 de la cavité 64, on tire maintenant la tige 58 vers l'extérieur tout en laissant la monture 51 et la tige 60 immobiles. Dans ces conditions, l'objet 63 qui est maintenu à l'intérieur de l'âme tubulaire 57a s'élève en même temps que l'élément 57 que l'on tire vers l'extérieur. La position de l'objet 63 et de l'élément intérieur 57 est représentée schématiquement sur la figure 10c. Lorsque l'objet 63 enveloppé dans l'élément 57 a été relevé au-dessus de l'orifice de la cavité 64, on relève également l'élément extérieur 53 en relevant la tige 60 et on peut libérer l'objet 63 en ramenant la tige 58 à sa position initiale représentée sur la figure 10a du dessin, c'est-à-dire en poussant la tige vers l'intérieur pour relâcher l'objet. De cette façon, l'ensemble peut être utilisé pour saisir et extraire un objet d'une cavité à laquelle on n'a accès qu'avec difficulté. L'application de ce dispositif à l'extraction d'un objet étranger contenu dans un canal d'un corps humain ou animal est facile à imaginer.

Une forme pratique de réalisation du dispositif tubulaire coaxial qu'on vient de décrire sera décrite dans la suite en regard des figures 11 et 12 du dessin, qui montrent un dispositif de ce type destiné à être utilisé en obstétrique pour extraire un enfant nouveau-né de l'utérus et du vagin de sa mère.

Ainsi qu'on peut le voir sur le dessin, l'instrument est constitué par une embase 71 comportant une plaque avant 72 et une plaque d'extrémité 73. La plaque avant 72 porte une première bague porteuse 74. L'intérieur de la

baguette 74 communiquant avec une entrée de fluide 75 formé dans la plaque 72 au moyen d'un canal interne (non représenté), et avec une sortie de fluide 76 et un manomètre 77. La plaque d'extrémité 73 porte une baguette centrale 73. Les plaques porteuses 72 et 73 portent également deux tiges latérales 79 parallèles à l'embase 71 et sur lesquelles peuvent coulisser deux tubes 80. Les tubes 80 portent, à une première paire d'extrémités, une plaque mobile 81 qui porte une deuxième baguette porteuse 82 communiquant avec une entrée de fluide 83 formée dans la plaque 81 et avec une sortie de fluide 84 et un manomètre 85. Les extrémités opposées des tubes 80 portent une plaque 86 munie d'une baguette centrale 87. Une tige de traction 88 traverse les baguettes 78 et 87 et la baguette 82 pour pénétrer dans la baguette 74. Un premier dispositif 79 de blocage peut bloquer la tige 88 par rapport à l'embase 71, tandis qu'un deuxième dispositif 90 de blocage peut bloquer cette tige par rapport à la plaque 86.

Un premier tube flexible 91 (qui est avantagéusement réalisé en tissu enduit), est retourné à ses deux extrémités et serré (au moyen de baguettes de serrage 92), à la première baguette porteuse 74. Un deuxième tube flexible analogue 93 est retourné à ses deux extrémités et serré (au moyen de baguettes de serrage 94) sur la deuxième baguette porteuse 82. Le deuxième tube 93 traverse l'âme centrale du premier tube 91, les extrémités retournées 95 et 96 du premier tube et du deuxième tube étant situées dans le même plan. La tige 88 s'étend dans l'âme centrale du deuxième tube 93.

Le mode d'utilisation est le suivant :

On introduit (sous pression) dans l'instrument, un fluide de travail à travers les entrées de fluide 75 et 83 pendant que les positions relatives des éléments de l'instrument sont comme représentées sur le dessin. Maintenant, la tige 88 étant maintenue fixe par rapport à l'embase 71 au moyen du blocage 89, on fait avancer les tubes coulissants 80 sur leurs tiges latérales 79 et les deux tubes flexibles 91 et 93 avancent conjointement par extroversion, en pénétrant sans frottement dans la cavité. Le tube extérieur 91 ouvrant la cavité en progressant dans cette dernière tandis que le tube intérieur 93 enveloppe, dans son âme centrale l'objet détaché qu'il rencontre éventuellement dans la cavité. Lorsque cet objet a été enveloppé de cette façon, on débloque la tige 88 par rapport à l'embase 71 et on la bloque par rapport à la plaque 86 au moyen du verrouillage 90. Si, maintenant, on tire la tige 88 vers l'arrière, le tube flexible extérieur 91 sort sans frottement de la cavité et le tube flexible intérieur 93 est attiré, avec l'objet qu'il enveloppe, dans le tube extérieur flexible 91, tous ces mouvements s'effectuant sans frottement. Dès que le tube flexible extérieur 91 a été extrait de la cavité, on bloque la tige 81 par rapport à l'embase 91 et on la

pousse vers l'avant de sorte que l'objet enveloppé se trouve expulsé de l'âme centrale du tube intérieur 91.

Il est évident que l'absence de frottement dans tous les mouvements rend l'instrument idéal pour les utilisations obstétricales dans lesquelles l'objet qu'il s'agit d'envelopper et d'expulser ensuite, est un enfant nouveau-né.

Ainsi qu'on l'a indiqué plus haut, l'utilisation d'un tube flexible retourné présente un avantage particulier dans les applications médicales de thérapeutique et de diagnostics, du fait qu'un tube de ce type peut être introduit dans le corps humain ou dans le corps d'un animal avec le minimum d'effort et qu'il peut passer dans des canaux de ce corps sans frottement notable. On décrira dans la suite un appareil qui a été spécialement conçu pour utiliser ces tubes retournés comme sondes pour les applications médicales.

Dans la forme de réalisation représentée sur les figures 13 et 14, le poseur de sonde comprend un boîtier 101 dans lequel est montée rotative une bobine 102 et qui est muni d'un canon de sortie 104. La bobine 102 est montée sur un axe 105 qui est tourilloné dans le boîtier 101 et qui traverse des garnitures d'étanchéité 106 et est accouplé à une poignée 107. L'accouplement qui relie la poignée 107 à l'axe 105 est tel que, lorsque la résistance qui s'oppose à la rotation de la bobine 102 excède une valeur pré-déterminée, cette valeur étant pré-déterminée par l'ajustement d'une vis 108 qui relie la poignée 107 à l'axe 105, cette poignée 107 glisse par rapport à l'axe 105. Le côté du boîtier 101 qui est à l'opposé de la poignée 107 est muni d'un couvercle amovible 108 qui est bloqué en position au moyen d'une vis 109 et d'un écrou 110. Le couvercle 108 est construit de telle façon que, lorsqu'il est bloqué en position au moyen de la vis 109 et de l'écrou 110, il ferme le boîtier 101 à joint étanche.

Un tube flexible 111 est enroulé sur la bobine 102 et passe dans le canon 104 et l'embout 112 de ce dernier. Le tube 111 est retourné sur lui-même à l'orifice de l'embout 112 et il est serré sur l'embout 112 dans sa position retournée au moyen d'un collier de serrage 113.

Un conduit 114 d'entrée du fluide de travail communique, à une extrémité, avec l'intérieur du boîtier 101 et, à son extrémité opposée avec une source de fluide (non représentée). La communication à travers le conduit d'entrée 114 est commandée par une vanne 115 munie d'un élément de manœuvre 116 dont l'enfoncement détermine l'ouverture du conduit 114. Un siphon 117 de sortie de fluide communique avec l'intérieur du canon 104, l'ouverture et la fermeture du siphon 117 est commandée par une vanne de sortie 118 munie d'un élément de manœuvre 119. Le boîtier 101 est muni par ailleurs, d'un manomètre 110 qui communique avec l'intérieur du boîtier 101 et d'une poire de pression pneumatique

121, commandée manuellement, qui communique avec le canon 104 à proximité de l'embout de sortie 112 de ce canon, cette poire permettant d'obtenir un accroissement momentané de la pression dans le dispositif lorsque cela est nécessaire. Suivant une variante, la poire 121, qui est ajustée sur un orifice d'entrée 122, peut être remplacée par une source de fluide auxiliaire tel que, par exemple du sulfate de baryum qui peut être utilisé pendant les applications radiologiques de la sonde.

Les figures 15 et 16 représentent une variante de réalisation du poseur de sonde. Dans la forme de réalisation représentée sur la figure 15, le poseur de sonde comprend un chargeur 125 constitué par une bobine 126 montée sur un axe 127 entre deux bras porteurs 128 qui portent, à leur extrémité la plus éloignée de la bobine 126, une tête percée 129 qui présente une gorge 130 fermée sur sa surface externe. Un tube flexible 131 est enroulé sur la bobine 126, passe entre les bras 128, traverse la tête 129, est retourné et fixé en position sur la gorge 130 au moyen d'une bague de serrage 132.

Le chargeur 125 décrit en regard de la figure 15 peut être mis en position dans un boîtier comme représenté sur la figure 16 du dessin. Ce boîtier comprend deux demi-boîtiers identiques 133 et 134 qui présentent des sorties 135 et 136 dans lesquelles sont formées des demi-gorges 137 et 138. Lorsque le chargeur 125 est mis en position dans l'un des demi-boîtiers de telle façon que l'axe saillant 127 s'ajuste à travers un trou correspondant 139 formé dans ce demi-boîtier et que les deux demi-boîtiers sont réunis, la bague de serrage 132 se trouve placée dans la gorge circulaire composite qui est formée par les deux demi-gorges 137 et 138.

Le boîtier et le chargeur qu'on vient de décrire sont particulièrement avantageux lorsque l'on veut remplacer rapidement les sondes.

Les poseurs de sondes qu'on vient de décrire peuvent être combinés à une console de commande telle que celle décrite sur les figures 17 et 18 du dessin. La console de commande qui est montée sur roues, comprend un réservoir calibré 145 à travers lequel le fluide de travail (qui est avantageusement une solution de glycérine dans de l'eau), passe pour subir un chauffage au moyen d'un élément chauffant électrique 146 qui le porte à une température déterminée par un thermomètre 147, la température étant réglée au moyen d'un thermostat réglable 148. Le fluide passe, du réservoir 145, à travers le conduit 149, à une pompe 150 dont la sortie est accouplée au conduit d'entrée 114 du poseur de sonde représenté sur les figures 13 et 14. Une soupape de dérivation 151 est commandée par une poignée de commande 152 qui fait saillie sur la console, détermine la pression du fluide de travail au moment où ce dernier passe dans le conduit d'entrée 114. Le siphon de sortie

117 du poseur de sonde est relié par un tube d'écoulement 153 et un régulateur de pression de sortie 154 à un bac d'écoulement 155 situé dans le fond de la console.

Le poseur de sonde est relié à la console au moyen d'un câble flexible 156 (représenté en détail sur la figure 18a), qui permet de placer le poseur de sonde dans n'importe quelle position voulue, le câble 156 ayant la caractéristique de pouvoir être rendu rigide lorsqu'on le veut de façon à être fixé en position.

Avec un poseur de sonde tel que celui représenté sur les figures 13 et 14, qui est fixé dans la position voulue, l'introduction du fluide de travail dans le boîtier 101 à travers le conduit d'entrée 114 et la vanne de commande 115, à la pression et à la température voulues, se traduit par le retournement du tube 111 et par l'allongement progressif de l'élément retourné qui sort de l'orifice 112 de l'embout et sert de sonde. La sonde peut être introduite dans le corps d'un patient, par exemple par la bouche, jusqu'à l'estomac ou par le rectum jusqu'au côlon.

Le fonctionnement est le suivant : lorsque le poseur de sonde est chargé d'un tube flexible et que son couvercle est bloqué, on ouvre la vanne de sortie 118 tout en appuyant sur l'organe de commande 116 pour ouvrir la vanne d'entrée 115. De cette façon, le boîtier 101 est entièrement rempli de fluide de travail et la totalité de l'air est éjectée, après quoi on ferme la vanne de purge 118. Il est important de s'assurer que les bulles d'air soient entièrement évacuées du circuit avant l'utilisation.

L'extraction de la sonde peut s'effectuer en réembobinant le tube 111 sur la bobine 102. Naturellement, on procède à cette opération lorsque la vanne d'entrée 115 est fermée et que la vanne de purge 118 est ouverte.

Dans une variante de réalisation, le poseur de sonde peut être alimenté en fluide de travail et purgé de son fluide de travail par gravité.

La sonde suivant l'invention a des propriétés particulièrement avantageuses pour son utilisation dans les examens radiologiques dans lesquels on emploie normalement des bouillies de contraste. L'utilisation de ces bouillies de contraste, par exemple le sulfate de baryum, qui doivent être avalées par le patient, comporte des inconvénients et des désagréments bien connus. On peut utiliser des sondes appropriées suivant l'invention dans les examens radiologiques et éviter ainsi ces inconvénients et désagréments. C'est ainsi que l'on peut employer des sondes formées par des tubes retournés qui sont opaques aux rayons X, ou bien que l'on peut introduire un fluide de contraste approprié tel qu'un liquide à base de sulfate de baryum dans la sonde de façon qu'il soit maintenu à la pointe de la sonde.

Cette sonde peut être introduite rapidement dans la région où l'on désire effectuer l'examen, le transit de la sonde étant naturellement entière-

ment réglable. Par ailleurs, avec une sonde, l'examen d'une région donnée peut s'effectuer à des intervalles fixes simplement en introduisant et en extrayant la sonde à des intervalles répétés.

Il a été constaté, en pratique, que les sondes posées par un poseur de sonde tel que celui décrit plus haut, peuvent être efficacement introduites et extraites de conduits de sections différentes sur des trajets rectilignes ou sinuueux. En outre, les sondes peuvent facilement contourner des obstacles situés sur leur chemin.

On décrira dans la suite divers autres exemples des utilisations auxquels les sondes suivant l'invention peuvent être appliquées.

Ainsi qu'on l'a indiqué plus haut, l'une des caractéristiques de la sonde à extroversion suivant l'invention est que la surface externe de l'élément entre en contact par points uniques avec la surface interne du milieu environnant, c'est-à-dire que chaque point discret de la surface externe de la sonde entre en contact avec un seul point correspondant de la surface interne du conduit ou autre milieu environnant. Cette propriété que l'on désigne dans la suite par l'expression « propriété de contact par points uniques » peut être utilisée pour obtenir des empreintes ou impressions de la face interne d'un conduit ou d'une voie à travers laquelle on fait passer la sonde.

Les figures 19a, 19b, 19c et 19d représentent schématiquement quatre phases successives d'une expérience destinée à illustrer le mode d'obtention de ces empreintes ou impressions. Comme on peut le voir sur la figure 19a, on introduit un colorant, par exemple de la teinture d'iode à travers un compte-gouttes 161 dans un conduit 162. On introduit une sonde 163 dans ce conduit et on la fait passer, comme représenté sur la figure 19b du dessin, au-delà du point d'introduction du colorant. La sonde est ensuite extraite comme représenté sur la figure 19c et le colorant qui a été reporté sur la sonde 163 passe dans l'âme tubulaire centrale de cette dernière. Lorsqu'on développe à nouveau la sonde comme représenté sur la figure 19d du dessin, la surface externe de la sonde 163 reproduit exactement la distribution des marques de colorant dans le conduit.

L'application pratique du dispositif représenté schématiquement sur les figures 19a à 19d du dessin au diagnostic médical est évidente. Par exemple, on peut avoir besoin de connaître la position exacte d'une hémorragie dans une voie. A cet effet on introduit une sonde recouverte d'une couche de matière capable d'absorber le sang, par exemple de la gaze dans la voie et au point où se produit l'hémorragie, la sonde sera fortement tachée. En développant la sonde après l'avoir extraite de ladite voie, on peut déterminer l'emplacement exact de l'hémorragie. Le dispositif décrit plus haut et destiné à obtenir des empreintes au moyen d'une sonde absorbante peut être utilisé, par exemple, pour obtenir une image qualitative instanta-

née de l'état chimique de la membrane muqueuse d'une voie dans laquelle on introduit la sonde. C'est ainsi que, en équipant la sonde d'indicateurs appropriés, chaque section de la sonde donnera, après un bref séjour dans ladite voie, l'image voulue de l'état chimique de la membrane.

Par exemple, la sonde peut être munie d'une couche sensible aux produits chimiques, et qui permet la détection et/ou la mesure du pH de la paroi d'un canal.

Suivant une variante, la sonde peut être munie d'un revêtement plastique d'une catégorie thermodurcissable, ce qui permet d'obtenir un moulage de la paroi du canal.

La sonde peut être munie d'électrodes flexibles de différentes longueurs qui sont reliées à des capsules de mesure de la température ou de la pression qui sont noyées en différents points le long de la paroi de la sonde, en permettant ainsi de mesurer la pression et/ou la température, simultanément en divers points de la longueur de la sonde.

La sonde peut être munie d'une couche sensible à la pression (par exemple une couche de pâte comprise entre deux couches d'une matière flexible) qui, lorsqu'elle a été extraite du conduit ou de la voie, et développée ensuite, donne une image de la forme du canal ou de la voie.

Cette propriété de contact par points uniques de la sonde à extroversion est utilisée lorsqu'on veut injecter des quantités prédéterminées de fluide en un endroit prédéterminé d'un canal. A cet effet, on utilise une sonde comportant une âme tubulaire qui est perforée en des points prédéterminés. Cette sonde est représentée sur les figures 20a et 20b du dessin. Ainsi qu'on peut le voir sur la figure 20a, on introduit une sonde à extroversion 165 dans un conduit 166, la sonde 165 présentant une âme tubulaire centrale 167 qui est munie d'ouvertures 168 réparties sur sa longueur. Tant que la partie de l'âme tubulaire 167 qui est perforée n'a pas atteint la partie terminale de la sonde 165, le fluide reste retenu dans la sonde 165. Par contre, et comme on peut le voir sur la figure 20b du dessin, lorsque la partie perforée de l'âme tubulaire 167 se retourne dans la partie extrême de la sonde 165, le fluide est éjecté de cette sonde dans le conduit 166 dans la position voulue. La position des ouvertures 168 dans l'âme tubulaire 167 détermine l'endroit du conduit 166 où l'éjection se produit tandis que la vitesse d'avance de la sonde 165 à travers le conduit détermine la quantité de fluide de travail qui sera éjectée.

Les figures 21a et 21b représentent l'utilisation d'une sonde suivant l'invention pour la manipulation d'un objet cylindrique 171. Comme on peut le voir sur la figure 21a, l'objet cylindrique 171 est emprisonné dans l'âme centrale tubulaire 172 de la sonde 173. Au cours de l'extension de la sonde, par exemple dans un conduit, l'objet atteint la tête de la sonde et peut être lâché en un point approprié du conduit.

Lorsqu'on l'utilise pour un diagnostic ou un traitement médical, cet objet peut prendre diverses formes et peut être constitué, par exemple, par un médicament que l'on désire loger en un point particulier d'une voie d'un corps humain sans qu'il soit nécessaire de faire passer le médicament à l'état non protégé à travers cette voie. Suivant une variante, l'objet peut être laissé dans une voie pendant une période de temps pré-déterminé et on peut ensuite l'extraire en le faisant avaler par la sonde qui a été préalablement revêtue d'une matière adhésive et que l'on rétracte ensuite.

L'objet cylindrique 171 peut être remplacé ou constitué par n'importe quel objet tel qu'un instrument de travail, de mesure ou d'observation, par exemple une caméra de cinématographie ou de télévision, ou bien un compteur Geiger que l'on désire introduire dans une voie, les conducteurs de manipulation ou d'alimentation de l'instrument passant dans l'âme tubulaire de la sonde pour sortir à l'extérieur. Suivant une variante, l'objet 171 peut être constitué par une matière radio-active. Dans ce cas, au moins une partie du fluide contenue dans la sonde peut être un métal liquide (par exemple du mercure), pour protéger une partie de la voie des radiations.

Les figures 22 et 23 représentent schématiquement deux façons d'utiliser une sonde suivant l'invention pour photographier les surfaces internes d'une voie dans laquelle la sonde passe. Une couche 174 de pellicule photosensible est déposée dans l'âme tubulaire 175 de la sonde 176 de sorte que, comme on peut le voir sur la figure 22 du dessin, l'ensemble est agencé de façon que, lorsque la sonde atteint la région de la voie 177 qu'il s'agit de photographier, la surface externe de cette sonde soit constituée par la pellicule photosensible 174. Par ailleurs, le fluide de travail 178 de la sonde 176 comprend un constituant phosphorescent et, de cette façon, la lumière pénètre dans la pellicule photosensible 174 et atteint la surface à photographier, qui吸orbe ou réfléchit la lumière.

La figure 23 représente une sonde analogue utilisée pour photographier la surface interne d'une voie et qui est munie d'une pellicule photosensible. Toutefois, dans ce cas, une source lumineuse 179 est enfilée avec la sonde à travers l'âme tubulaire 180 de cette dernière, pour pénétrer dans la voie, la source lumineuse 179 étant alimentée en courant électrique au moyen d'un fil 181 qui passe dans l'âme tubulaire 180 pour sortir du dispositif. Lorsque la source lumineuse est excitée, la lumière tombe sur la membrane muqueuse de la voie et elle est réfléchie sur la pellicule photosensible.

En pratique, on se heurte à des difficultés pour l'utilisation du dispositif qu'on vient de décrire schématiquement, en particulier en raison du fait que la pellicule photosensible doit être protégée contre le ramollissement dû aux mucosités de la voie et elle doit donc en pratique être placée sur la face interne de la paroi externe de la sonde. Cette

paroi doit donc être suffisamment mince pour satisfaire aux besoins optiques, mais elle doit être suffisamment résistante pour supporter la pression hydraulique qui règne dans la sonde. Par ailleurs, la pellicule photosensible doit nécessairement être protégée contre le ramollissement dû au fluide hydraulique de travail de la sonde.

On a représenté sur les figures 24 et 25 du dessin une sonde qui répond à ces conditions.

Comme on peut le voir sur la figure 24, la sonde est constituée par un tube extérieur flexible 182, à paroi mince, sur la face interne duquel est déposée une couche sensible photographique 183. Cette couche 183 est revêtue d'un tube intérieur flexible 184, transparent ou translucide, qui a un diamètre extérieur égal au diamètre intérieur de la couche 183. Le tube intérieur 184 est imperméable à un fluide donné (par exemple à l'eau) et son épaisseur et ses propriétés mécaniques sont choisies de façon à lui permettre de supporter une pression interne donnée (par exemple 1 atmosphère).

Comme on peut le voir sur la figure 25, la sonde construite comme décrite en regard de la figure 24 du dessin a ses deux extrémités retournées et fixées sur les extrémités d'une monture tubulaire 185, la partie intermédiaire de la sonde étant serrée en un enroulement 186. Si, maintenant, on place la monture 185 dans un distributeur de fluide approprié et que l'on introduit un fluide de travail par les ouvertures 187 de la monture, la sonde se retournera vers l'extérieur, le tube flexible 182 se plaçant à l'extérieur. On peut introduire une sour-lumineuse dans la sonde retournée, à travers l'âme centrale de cette sonde. Après l'exposition à la lumière, on rétracte la sonde par retournement vers l'intérieur pour l'extraire du canal ou de la cavité du corps. La sonde est ensuite mise en extension complète à partir du côté gauche de la monture et, dans cette position, il est possible de détacher le tube flexible 182 et la couche photosensible 183 du tube flexible 184 qui est fixé à la monture par l'extrémité droite de cette monture. Le tube 184 qui est encore relié, continue à constituer la sonde. Lorsqu'on tire le tube flexible 182 et la couche 183, la sonde avance par extroversion de la gauche vers la droite, en libérant la couche photosensible exposée 183.

Ainsi qu'on l'a indiqué plus haut, la sonde suivant la présente invention présente une utilité particulière pour l'introduction d'instruments de mesure ou d'instruments opératoires dans une voie naturelle du corps. En particulier, la sonde est d'une application facile dans les cas où l'instrument, par exemple un instrument de mesure, est muni de conducteurs électriques, auquel cas, les conducteurs peuvent se prolonger sur toute la longueur de la sonde et passer dans la partie non développée du tube flexible dont la sonde est formée.

Un exemple de l'utilisation de la sonde pour ces applications est représenté sur les figures 26a et

26b du dessin. Comme on peut le voir sur le dessin, le tube flexible 191 qui constitue la sonde est placé à l'état replié dans un récipient 192 étanche aux fluides et présentant une entrée de fluide de travail 193 et une sortie de fluide de travail 194. Le tube 191 émerge entre deux rouleaux 195 (dont l'un est muni d'une poignée 196 qui permet de le faire tourner), à travers une sortie 197 et il est retourné et fixé à l'orifice de la sortie. Dans cet exemple, une soudure de thermocouple 198 est placée, comme représenté sur la figure 26a du dessin, dans le tube flexible, et cette soudure est reliée, par une paire de conducteurs électriques 199 qui passent dans le tube et sortent du récipient à travers une bague étanche 200, d'une part à une autre soudure de thermocouple 201 qui est maintenue à une température constante dans un bac 202, et, d'autre part, à un galvanomètre 203. La sonde 204 est introduite, comme représenté sur la figure 26b du dessin, dans une voie 205 d'un organisme 206. Lorsque la sonde 204 a pénétré dans la voie 205 sur une longueur suffisante, l'extroversion du tube a progressé d'une distance suffisante pour placer la soudure 198 du thermocouple en un point prédéterminé de la voie. De cette façon, on peut prendre des mesures de température constituées par les indications du galvanomètre 203 en n'importe quel point voulu.

La profondeur de pénétration de la sonde 204 dans la voie 205 peut être déterminée, soit en graduant préliminairement le tube, auquel cas la distance de pénétration peut être lue directement, ou bien suivant une variante, en traçant sur le tube des repères opaques aux rayons X de telle façon que la sonde, au cours de sa pénétration dans la voie, puisse être soumise à un examen radiologique.

On commande mécaniquement l'extension et la contraction de la sonde 204 en tournant l'un des rouleaux 195 au moyen de la poignée 196. Lorsqu'on tourne la poignée 196 dans le sens des aiguilles d'une montre, la sonde 204 se développe et pénètre dans la voie 205, tandis qu'au contraire, en tournant la poignée 196 dans le sens inverse de celui des aiguilles d'une montre, on rétracte la sonde 204.

L'appareil décrit schématiquement ci-dessus peut être utilisé en combinaison avec d'autres formes d'instruments de mesure ou d'instruments opératoires qui doivent être alimentés par des fils d'excitation qui passent dans toute la longueur de la sonde et du tube.

Un autre exemple de l'utilisation d'une sonde pour l'introduction d'un instrument dans une voie d'un organisme sera décrite en regard de la figure 27 du dessin. Dans cet exemple, le tube flexible 195 est à nouveau contenu dans un réservoir 192, comme décrit plus haut en regard de la figure 26 du dessin et la sonde 204, à mesure de son développement, pénètre dans la voie 205 d'un organisme 206 comme décrit plus haut. Toutefois, dans

ce cas, le câblage du thermocouple a été remplacé par un faisceau de fibres optiques 207, qui, d'un côté, sortent du tube 191 pour aboutir à un écran 208 de fibroscope situé dans l'extrémité du réservoir 192 et sont connectées à une source de courant 209 et, de l'autre côté, traversent la sonde 204 pour se terminer par un système optique 210 combiné à une lampe éclairante, dont le courant d'alimentation est fourni, à travers le tube, par la source de courant 209. Le tube flexible et la sonde développée à partir de ce tube sont réalisés en une matière transparente, de sorte qu'à tout instant, il est possible d'observer sur l'écran du fibroscope l'état du canal à travers lequel la sonde passe. Il est possible d'observer de cette façon des longueurs considérables de voies, la limite étant atteinte lorsque le système optique 210 et sa lampe font saillie à l'extérieur de la sonde.

Il est évident que, du fait que la lampe est placée dans la sonde 205, elle sera refroidie par le passage du fluide de travail dans la sonde et que les fibres 207 resteront propres puisqu'elles sont toujours enfermées à l'intérieur de l'âme tubulaire de la sonde.

Les figures 28 à 31 représentent l'utilisation et les applications de sondes courtes à manœuvre manuelle suivant l'invention. La figure 28 représente une sonde courte 215 comprenant un tube entièrement retourné, qui est fixé par ses extrémités à l'extrémité d'une tige rigide 216. Le tube retourné est rempli de liquide et, comme on peut le voir sur la figure 28b, on peut introduire la sonde dans un canal 217 sur une distance égale à la moitié de sa longueur. Pour introduire la sonde, on exerce une pression vers l'avant sur la tige 216 : sous cet effet, l'âme centrale tubulaire avance en provoquant le retournement continu du tube. Si le tube est rempli d'une solution de sulfate de baryum, il est possible de procéder à un examen radiologique du canal.

Une variante de réalisation est représentée sur la figure 29 du dessin où, ainsi qu'on peut le voir, la sonde est combinée à une tige flexible 219 de sorte que, avec cette tige, il est possible d'introduire la sonde aussi bien que la tige 219 entièrement à l'intérieur du canal. Dans les deux cas, l'extraction de la sonde à l'extérieur du canal peut s'effectuer simplement en retirant la tige.

On peut se dispenser de l'utilisation d'une tige rigide ou semi-rigide décrite plus haut lorsque la sonde porte, fixée sur elle, un cordon ou équivalent, ou, simplement, un prolongement de cette sonde. Dans ce cas, il est possible d'introduire la sonde dans le canal en comprimant son extrémité et on peut extraire la sonde du canal en exerçant une traction sur le cordon fixé à cette sonde ou sur le prolongement de la sonde. En remplacement ou en supplément de la tige rigide ou semi-rigide, on peut fixer un cordon ou un fil métallique flexible aux extrémités du tube retourné rempli de fluide pour faciliter le retrait de la sonde par retournement à l'intérieur.

La figure 30 représente une sonde courte à commande manuelle, comprenant un tube flexible 220 retourné, dont une extrémité est collée à la surface interne d'une monture tubulaire 221 et dont l'autre extrémité est fixée à une bague torique 222 qui est agencée pour s'ajuster dans une gorge circulaire 223 formée dans la face terminale de la monture 221, la monture étant munie d'une colerette 224 dont la surface externe est filetée. Un couvercle percé 225 est fileté intérieurement et peut se visser sur la colerette 224 pour serrer la bague torique 222 en position lorsque le tube a été convenablement rempli d'un fluide de travail. Si, maintenant, on pousse un objet cylindrique 226 (qui peut être un instrument qu'il s'agit d'introduire dans une voie du corps), dans l'âme 227 de la sonde mise en extension la sonde avance par extroversion en sortant par l'extrémité droite du couvercle 225 et pénètre dans le canal ou la cavité du corps et l'objet cylindrique 226 pénètre également avec elle dans cette cavité.

Les figures 31a et 31b représentent l'utilisation d'une sonde courte à commande manuelle du type représenté sur la figure 28, et servant à introduire un fibroscope sur une petite distance dans un canal d'un organisme. Ainsi qu'on peut le voir sur le dessin, une sonde 228 est formée d'une matière transparente et remplie d'un fluide de travail transparent. Le fibroscope est constitué par un faisceau de fibres 229 qui porte à une extrémité un système optique et une lampe 230 et qui est fixé par cette extrémité à l'extrémité interne de la sonde. L'autre extrémité du faisceau de fibres 229 porte un écran de fibroscope 231 et est munie d'une entrée d'alimentation électrique 238 au moyen de laquelle le courant peut être amené à la lampe. On introduit la sonde dans un canal d'un organisme en poussant le faisceau de fibres 229. La figure 31b représente le dispositif dans la position où le fibroscope se trouve en son point de pénétration le plus profond. Lorsqu'on allume la lampe, on peut observer directement l'intérieur du canal sur l'écran 231.

La figure 32 du dessin représente l'application de la sonde 233 suivant l'invention pour l'introduction d'une quantité de liquide prédéterminée en un point prédéterminé d'un canal d'un organisme. Le liquide qu'il s'agit d'introduire est contenu dans une capsule tubulaire flexible 234 qui porte des repères de graduation 235 sur sa longueur et qui porte, fixé à une de ses extrémités, un prolongement flexible 236. On coupe la capsule 234 à une longueur qui correspond à un volume légèrement supérieur au volume qu'il s'agit d'introduire et, ensuite, on la remplit de la quantité voulue de liquide, l'excès de longueur 237 de la capsule 234 étant ensuite replié pour enfermer le liquide, comme on l'a représenté sur la figure 32b du dessin. Ensuite, on fait avancer la sonde 233 sur l'extrémité du prolongement 236 et on lui fait avaler la capsule 234 ainsi que son prolongement

236 sur une longueur prédéterminée, comme représenté sur la figure 32d du dessin. Ensuite, on fait avancer la sonde 233 ainsi que la capsule 234 qu'elle a avalée dans le canal 238 de l'organisme et, au point où la capsule 234 atteint à nouveau la tête de la sonde 233, la pression exercée par la sonde 233 sur la capsule 234 détermine l'ouverture de cette dernière et la distribution du liquide.

Si, par exemple, le liquide doit être distribué à une distance X de l'embout du poseur de sonde, on laisse la sonde 233 avancer librement d'une distance D, où  $D = X + A + B$ , A étant la longueur du prolongement 236 et B la longueur de la capsule 234. Lorsqu'on a fait avancer la sonde 233 de cette distance B, on pousse légèrement l'extrémité libre du prolongement flexible 236 contre l'âme tubulaire de la sonde 233, puis on rétracte ensuite cette dernière en direction du poseur de sonde pour lui faire avaler la capsule 234. De cette façon, on peut être assuré que le liquide sera toujours distribué au point voulu du canal 238. Il est évident que, tant qu'elle se trouve dans la sonde 233, la capsule 234 est maintenue fermée par la pression exercée par la sonde 233 sur l'extrémité rebattue de la capsule 234.

Bien que, en général, le développement et le retrait des sondes à tube retourné suivant l'invention n'implique qu'une faible résistance de frottement, il peut se manifester une certaine résistance de frottement qui s'oppose au mouvement, en particulier dans le cas des sondes de grande longueur. La résistance peut se manifester de la façon suivante. Comme on l'a représenté sur la figure 33 du dessin, lorsqu'une sonde est obligée de suivre un trajet sinuex, l'âme tubulaire centrale 242 de la sonde 241 entre en contact direct avec la surface externe de la sonde 241. Sur la figure considérée, le contact se produit aux points A, B et C. Par conséquent, l'extroversion de la sonde 241 ou sa contraction est accompagnée par une certaine résistance de friction qui résulte du déplacement de l'âme centrale 242 qui frotte sur les parois de l'élément. Sous l'effet de l'extroversion, c'est-à-dire d'un mouvement d'avancée de la sonde, cette résistance de frottement ne constitue pas un grave problème, car on ne se heurte qu'à une très faible résistance pour dévier l'âme tubulaire 242 de la bobine du poseur de sonde. Au contraire, lorsqu'on rétracte la sonde 241 en la réembobinant sur la bobine, la résistance de frottement qui s'oppose au mouvement de l'âme tubulaire 242 par rapport aux côtés de la sonde 241 s'ajoute à la résistance qui se manifeste à la tête de la sonde 241 et qui résulte de la pression interne régnant dans la sonde. Par ailleurs, la force de rétraction qui fait rétracter la sonde 241 s'exerce en un point éloigné de la tête de la sonde 241 où le frottement se produit, ce phénomène introduisant un facteur exponentiel dans la résistance de frottement. Il est donc d'une grande importance de tenter de réduire l'effet de frottement au moment du retrait de la sonde 241.

Une façon d'obtenir ce résultat consiste à faire en sorte que la résistance de frottement se produise par glissement au cours du retrait de la sonde.

La figure 34 représente une façon d'obtenir ce mouvement de glissement, qui consiste à faire en sorte que l'âme centrale soit repliée en plusieurs points 243 de sa longueur. De cette façon, lorsqu'on retire la sonde, il ne s'exerce de friction statique que sur un seul tronçon discret de l'âme tubulaire à chaque moment donné. Si cette section discrète est très petite, c'est-à-dire si la distance qui sépare les parties repliées successives reste faible, le frottement statique exercé peut être maintenu dans des limites acceptables.

La figure 35 représente schématiquement une façon d'enrouler l'âme 242 en une boucle pour lui donner une longueur supplémentaire et de façon à faire en sorte que, lorsqu'on exerce une traction sur cette boucle, elle s'ouvre facilement.

La figure 36 représente une variante de réalisation dans laquelle l'âme 241 est repliée sur elle-même et recouverte d'une petite longueur de tube flexible 244.

La figure 37 représente une autre solution proposée pour donner à l'âme le supplément de longueur nécessaire pour l'application indiquée plus haut.

Dans cette forme de réalisation, le recouvrement est obtenu en effectuant un double retournement de l'âme, les parties à double retournement 245 étant maintenues assemblées par des moyens 246, qui sont constitués par exemple par de la parafine et se déployant lorsqu'on exerce une traction sur l'âme.

Il est évident que, dans tous les cas de sondes formées de tubes retournés à l'extérieur décrits plus haut, la partie de l'âme qui reste dans la sonde lorsque cette dernière a été retournée à l'extérieur sur la longueur maximum, n'a pas nécessairement à être de construction tubulaire et n'a pas nécessairement à être formée de la même matière que l'ensemble de la sonde. C'est ainsi que, par exemple, l'âme tubulaire peut se terminer par une tige rigide ou semi-rigide qui se prolonge à l'intérieur de la sonde.

Les figures 38 et 39 représentent une variante de réalisation d'une sonde et d'un poseur de sonde. La sonde est constituée par un tube flexible 247 retourné vers l'arrière, dont la partie centrale 248 est enroulée pour former une série de spirales 249, ainsi qu'on la représente en détail sur la figure 39. L'extrémité retournée du tube 247 est reliée à l'extrémité du poseur tubulaire 250 qui est muni d'une entrée de fluide 251. Lorsqu'on introduit un fluide sous pression à travers l'entrée 251, la sonde commence à avancer par effet de déroulement, les spirales 249 se déployant en se déroulant les unes après les autres. Cette sonde a un frottement interne relativement faible, comparativement à celui des sondes qui ont été décrites précédemment.

Ainsi qu'on l'a indiqué plus haut, les tubes re-

tournés vers l'extérieur, qui constituent les sondes suivant la présente invention, peuvent être soumis à divers traitements avant et après le retournement vers l'extérieur, suivant l'utilisation que l'on envisage. Les figures 40, 41, 42 et 43 du dessin représentent une installation de laboratoire dans laquelle ce traitement de pré-retournement et de post-retournement peut s'effectuer. Ainsi qu'on peut le voir sur les figures 40 et 41, l'installation comprend une table 253 sur laquelle sont montées plusieurs rigoles 254 dans chacune desquelles le tube flexible ou les sondes retournées peuvent subir le traitement nécessaire. C'est ainsi que, par exemple, les rigoles 254 peuvent être équipées d'un appareillage de développement des surfaces sensibles photographiques pour le cas où la sonde est équipée d'une couche photosensible, comme cela est décrit en regard des figures 22 et 23 du dessin. En supplément, ou en remplacement, les rigoles 254 peuvent être munies de réactifs chimiques, par exemple des réactifs indicateurs de pH dans lesquels on peut faire passer le tube retourné à l'extérieur, qui est passé dans un canal d'un organisme de façon à obtenir une image de sa surface absorbante (voir par exemple la description donnée en regard de la figure 19 du dessin).

Le poseur de sonde 253 est monté dans une cavité 256 de la table 253 et on peut ainsi le déplacer suivant le besoin pour le faire passer d'une rigole à une autre.

Afin de faire en sorte que, là où cela est nécessaire, seules des longueurs discrètes du tube soient soumises au traitement, la sonde peut être enfermée sur la longueur dans laquelle le traitement doit avoir lieu, dans un bac 257 tel que celui représenté sur la figure 42 du dessin et qui présente des parois d'extrémités percées 258, à travers lesquelles la sonde passe à joints étanches. De cette façon, le réactif ou autre matière contenue dans le bac n'a accès qu'à la longueur voulue de la sonde.

Lorsqu'on veut utiliser l'une des rigoles 254 pour insérer ou extraire des objets tels que des médicaments, instruments ou équivalents, dans l'âme tubulaire de la sonde, on insère un boîtier 259 tel que celui représenté sur la figure 43 du dessin dans cette rigole, ce boîtier étant percé d'un trou traversant 260 qui communique par une fente longitudinale 260a de la rigole. On enfile la sonde dans le trou longitudinal 260 et on insère l'objet à introduire à travers la fente 260a.

Il est évident que l'on n'a décrit dans le présent mémoire qu'un choix parmi les diverses applications possibles des tubes retournés à l'extérieur. Il est facile d'imaginer de nombreuses autres applications qui restent dans le domaine de la présente invention. C'est ainsi qu'il est possible d'utiliser les sondes suivant l'invention, si nécessaire, par exemple pour exercer une pression à l'intérieur d'un canal afin d'arrêter une hémorragie. On introduit la sonde dans la région considérée et en augmentant la pression du fluide de travail, on applique

les parois de la sonde contre la partie du canal d'où part l'hémorragie, en évitant ainsi l'écoulement du sang.

Dans tous les exemples de sonde décrites plus haut, les âmes centrales de ces sondes peuvent être tordues d'un ou plusieurs tours sur leur longueur, de sorte que, lors du retournement, elles impriment un mouvement hélicoïdal à un objet placé dans l'âme centrale et qui est transporté par la sonde.

Les propriétés physiques de la sonde (par exemple son diamètre, son épaisseur, sa matière constitutive, son revêtement, etc.), peuvent varier sur sa longueur et la sonde peut elle-même être renforcée sur au moins une partie de sa longueur par une matière plastique, un enroulement hélicoïdal de fil métallique ou par des fibres longitudinales.

Les sondes peuvent être équipées d'un certain nombre de fils longitudinaux qui sont noyés dans sa surface ou fixés d'une autre façon à sa surface. Ces fils peuvent se déplacer axialement par rapport à la sonde avec un frottement faible. Lorsqu'une sonde de cette nature avance et qu'on tire le fil, la sonde forme des plis qui changent la direction du mouvement en direction du côté du fil tiré.

Une partie de l'âme centrale de la sonde peut être constituée par un élément flexible qui ne fait pas partie de la sonde proprement dite. Cet élément flexible peut être un fil métallique flexible, une bande, ou un tube, ou encore une partie d'un instrument flexible tel que, par exemple, un tube suceur pour biopsies.

Par ailleurs, bien que l'utilisation comme sondes de tubes retournés ait été décrite dans le présent mémoire en se référant particulièrement à leur utilisation dans les applications de diagnostic médical et de thérapeutique, il va de soi que les sondes peuvent être construites pour être utilisées dans d'autres applications où la progression de la sonde avec faible frottement et ses propriétés de contact par points uniques, peut être avantageusement utilisée.

Quant aux matières avec lesquelles les tubes flexibles sont construits, elles peuvent être de différentes natures. En général, la matière doit être très flexible, pour réduire au minimum sa résistance au retournement. Par ailleurs, si elle est susceptible de se tordre sous la pression, la matière doit être déformable élastiquement de façon qu'elle revienne à son état initial après suppression de la pression. Suivant une variante, la matière peut être extensible élastiquement jusqu'à une certaine limite, après quoi l'extension n'est plus tolérée, mais sans que l'application d'une tension ne conduise à la rupture. Parmi ces matières, on peut citer le caoutchouc toile. Les matières qui ont été employées jusqu'à présent sont des tubes minces de caoutchouc non vulcanisé, ou des tubes de pellicule cellulorique connue sous la dénomination de « cellophane » minces. En outre, on a déjà utilisé

des intestins de bovins pour des applications expérimentales. Toutefois, il va de soi que l'on peut également utiliser de nombreuses autres matières faciles à se procurer pour les applications décrites.

Lorsque la matière n'est pas élastiquement déformable comme c'est le cas, par exemple pour la « Cellophane » et les intestins de bovins, elle doit être capable de se plisser facilement lorsqu'elle est est à l'état aplati, de façon à pouvoir se retourner facilement.

Ainsi qu'on l'a indiqué plus haut, le fluide hydraulique de travail de la sonde peut être constitué par une bouillie de contrastes pour rayons X. Suivant une variante, on peut employer un liquide à basse température, des moyens étant prévus pour faire circuler ce liquide, l'injecter dans la sonde ou l'extraire de cette sonde pour les besoins thérapeutiques. Suivant une autre variante, il est possible d'utiliser un fluide lourd tel que le mercure, de façon à faciliter l'orientation de la sonde.

Bien que, dans tous les dispositifs décrits plus haut, on ait représenté les applications du nouveau dispositif qui font usage des propriétés d'avance à frottement nul ou faible du tube retourné ou, en remplacement ou en supplément, les propriétés de ce tube d'entrer en contact par points uniques, il est possible de concevoir diverses applications du dispositif suivant l'invention, dans lesquelles ces propriétés ne sont pas directement employées en soi.

On donnera dans la suite un exemple d'une application de ce type en regard des figures 44 et 45 du dessin, qui montrent l'utilisation du nouveau dispositif suivant l'invention comme élévateur. Dans la forme de réalisation représentée sur le dessin l'élévateur comprend une longueur de tube renforcé 261 qui passe entre deux rouleaux 262 entraînés par moteur, les extrémités du tube 261 passant respectivement sous deux rouleaux de guidage 263 et 264 et étant retournés à l'extérieur, rabattues sur elles-mêmes et fixées à des bossages 265a et 265b respectivement, qui sont montés sur un socle 266. Des plateformes circulaires 267 et 268 surmontent les extrémités retournées et sont supportées par ces dernières. Les deux extrémités du tube 261 qui sont retournées à l'extérieur, sont remplies d'air comprimé et, en faisant fonctionner le moteur 269 qui entraîne les rouleaux 263 et 264 dans le sens voulu, on peut faire monter l'une ou l'autre des extrémités au détriment de l'autre opposée. Du fait qu'il se produit un frottement entre les extrémités retournées des tubes et leurs plateformes respectives, la matière tubulaire dont l'élévateur est formé doit nécessairement avoir le coefficient de frottement minimum compatible avec la flexibilité et la résistance mécanique nécessaire. Des matières appropriées sont constituées par des tissus enduits, tandis que la face inférieure de la plateforme peut être formée ou revêtue de « Teflon ». Le socle 266 de l'élévateur contient éga-

lement un compresseur 270 qui peut remplir initialement l'élévateur d'air comprimé et compenser les pertes.

Une autre application du tube retourné consiste dans la construction d'un potentiomètre électrique. L'âme tubulaire du tube peut recevoir une couche constituant une résistance électrique et, lorsque le tube se retourne vers l'extérieur en contact avec un conducteur électrique, le dispositif présente une résistance dont la valeur est réglable et peut varier de façon continue.

Une autre application du tube retourné qui n'est pas basée sur ses propriétés de progression à frottement faible peut être utilisée, par exemple dans la publicité ; dans cette application, des lettres ou caractères qui ont été préalablement imprimés sur le tube flexible, peuvent apparaître sur la surface externe de ce tube et rester en position fixe à mesure que les mots se développent sous l'effet du retournement du tube vers l'extérieur. Cet agencement peut donner un choc visuel considérable.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation représentés et décrits, qui n'ont été choisis qu'à titre d'exemples.

#### RÉSUMÉ

L'invention a principalement pour objets :

I. Un nouveau dispositif à déplacement par retournement continu, remarquable notamment par les caractéristiques suivantes, considérées séparément ou en combinaisons :

1° Il comprend une âme qui, sur au moins une partie de sa longueur, est flexible et tubulaire, une extrémité de l'âme étant retournée et maintenue fixe par rapport au dispositif, ou bien les deux extrémités de l'âme étant retournées pour se fixer l'une sur l'autre ou à se raccorder l'une à l'autre, cette âme tubulaire pouvant se retourner à l'extérieur de façon continue pour former la surface externe du dispositif, et étant à tout instant serrée sur elle-même, l'ensemble de l'âme étant d'une longueur au moins égale à celle de la surface externe du dispositif ;

2° L'âme est entièrement tubulaire et ses deux extrémités sont retournées sur elles-mêmes et se raccordent l'une à l'autre, le dispositif constituant un tore qui est rempli ou adapté pour être rempli par un fluide de façon à aplatisir l'âme tubulaire intérieure ;

3° Le dispositif est muni d'un clapet anti-retour qui est venu de matière et à travers lequel on peut injecter un fluide dans le tore ;

4° Le tore est monté sur un châssis rigide à chaque extrémité duquel sont montées des roues construites pour coopérer avec la surface interne du dispositif et la guider pendant le retournement de l'âme à l'extérieur ;

5° Le dispositif est muni de moyens servant à entraîner une ou plusieurs des roues pour assurer l'auto-propulsion du dispositif.

6° Le tore flexible entoure un réservoir cylin-

drique rigide percé d'un trou axial traversant dans lequel est disposée l'âme tubulaire du tore :

7° Le réservoir rigide est percé de trous d'accès qui peuvent être fermés à joint étanche aux fluides ;

8° Un corps rigide s'étend à travers l'âme tubulaire du tore, le tore étant disposé dans un évidement périphérique formé dans la partie centrale de grande longueur du corps ;

9° Le dispositif comprend une longueur de tube flexible dont une extrémité est retournée sur elle-même et maintenue fixe, des moyens étant prévus pour introduire sous pression un fluide ou une matière finement divisée et susceptible de couler dans l'extrémité retournée de ce tube tout en laissant l'ensemble du tube libre de décrire son mouvement de retournement ;

10° Le dispositif constitue une sonde ;

11° Le tube est muni, au moins sur une partie de sa longueur, d'une couche interne sensible, l'agencement étant tel que, sous l'effet du retournement du tube, la couche sensible se place sur la surface externe de la sonde et puisse prendre des empreintes de la surface interne d'un canal ou conduit dans lequel la sonde passe ;

12° La couche sensible est une couche absorbante ;

13° La couche sensible comprend un produit chimique capable de détecter et / ou de mesurer le pH de la paroi d'un conduit dans lequel passe la sonde ;

14° La couche sensible comprend un produit chimique capable de détecter une hémorragie de la paroi d'un conduit dans lequel la sonde passe ;

15° La couche sensible comprend une matière plastique thermodurcissable, et servant à donner un moulage de la paroi d'un conduit dans lequel la sonde passe ;

16° La couche sensible est sensible à la pression ;

17° Le tube est muni sur une partie de sa longueur d'un revêtement adhésif ;

18° Le tube est muni sur au moins une partie de sa longueur d'une couche photosensible, l'agencement étant tel que, sous l'effet du retournement du tube vers l'extérieur, la couche photosensible se trouve placée sur la paroi externe du tube et puisse être utilisée pour donner un enregistrement photographique d'un conduit ou d'un canal ou d'une voie dans lequel passe la sonde ;

19° La couche photosensible est revêtue sur sa surface opposée au tube, d'un autre tube flexible qui est retourné vers l'extérieur en même temps que le premier tube et que la couche photosensible ;

20° La matière constituant la sonde est opaque aux rayons X au moins sur une partie de sa longueur ;

21° Le tube est muni d'un ou de plusieurs jeux de perforations espacées, l'agencement étant tel que, lorsqu'on introduit la sonde dans un conduit ou canal, les perforations s'ouvrent pour permettre d'éjecter un fluide à travers elles lorsque, sous

l'effet du retournement du tube, elle atteignent la tête retournée de la sonde ;

22° Un instrument de mesure et /ou d'opération et /ou d'observation est placé dans le tube flexible et relié à l'extérieur par des conducteurs qui passent dans le tube et émergent de ce tube ;

23° Les conducteurs sont des conducteurs électriques ;

24° L'instrument est un instrument de mesure ;

25° Les conducteurs sont constitués par un faisceau de fibres optiques, ledit instrument comprenant un système optique et une lampe qui est reliée, par des fils d'alimentation en électricité, à l'extérieur de la sonde, les fibres passant dans le tube pour aboutir à un écran de fibroscope ;

26° La sonde est à commande manuelle et les deux extrémités d'un tube retourné à l'extérieur et rempli de fluide sont fixées à une extrémité rigide ou semi-rigide ;

27° Une bande ou un fil métallique flexible est fixé à l'extrémité du tube retourné et rempli de fluide ;

28° La tige comprend un faisceau de fibres optiques et il présente à une extrémité un système optique éclairé et, à l'autre extrémité un écran de fibroscope ;

29° Une extrémité d'un tube retourné et rempli de fluide est fixée à la surface interne d'une monture tubulaire, tandis que l'autre extrémité du tube est agencée pour être serrée à joint étanche sur la monture par un capuchon percé d'une ouverture, l'agencement étant tel que le tube retourné qui fait saillie sur une extrémité de la monture puisse être enroulé pour progresser par retournement en provenant de l'autre côté sous l'effet de l'insertion d'un objet cylindrique dans l'âme centrale du tube ;

30° La partie du dispositif qui est destinée à constituer l'âme tubulaire de la sonde en extension maximale est munie, en des points espacés de sa longueur, de parties à recouvrement, l'agencement étant tel que, lorsqu'on rétracte la sonde et qu'on exerce une tension sur l'âme centrale de cette dernière, chacune des parties à recouvrement se met successivement en extension ;

31° Le recouvrement est obtenu par un double retournement de l'âme centrale ;

32° Les parties à recouvrement sont maintenues en position à l'aide de parties tubulaires qui s'étendent sur les parties à recouvrement ;

33° Les parties à recouvrement sont maintenues en position par enduction d'une cire.

II. Un poseur de sonde, prévu pour une sonde suivant I-11, et remarquable notamment par les caractéristiques suivantes, considérées séparément ou en combinaisons :

1° Il comprend un boîtier étanche aux fluides, adapté pour loger un tube enroulé ou replié sur lui-même d'une autre façon, une sortie de sonde qui présente un rebord annulaire sur lequel l'extrémité retournée du tube peut être fixée rigide-

ment, et une entrée de fluide de travail et une sortie de fluide de travail dans le boîtier ;

2° Le boîtier est également muni d'orifices de sortie par où peuvent passer les conducteurs logés dans le tube ;

3° Le boîtier est muni, dans une de ses parois, d'un écran de fibroscope adapté pour être relié aux fibres optiques qui sont adaptées pour passer dans le tube ;

4° Le boîtier est adapté pour porter une bobine montée rotative sur un axe qui traverse le boîtier et que l'on peut tourner suivant le besoin, le tube étant adapté pour s'enrouler sur ladite bobine ;

5° Ladite entrée et ladite sortie sont munies de conduits d'entrée et de sortie respectivement, qui sont adaptés pour être commandés par des vannes à commande manuelle ;

6° L'appareil comprend une entrée auxiliaire de fluide de travail adjacente à la sortie de la sonde :

7° Ladite entrée auxiliaire est munie d'une poire de pression ;

8° Le boîtier est formé de deux pièces articulées par une charnière et adaptées pour être accouplées entre elles de façon à enfermer dans leur cavité intérieure une bobine montée rotative sur un axe adapté pour tourillonner dans le boîtier, cette bobine étant accouplée à une tête percée d'une ouverture à travers laquelle le tube peut passer et être retourné et fixé sur cette tête ;

9° Ladite tête est munie d'une gorge annulaire, dans laquelle la partie retournée du tube est serrée au moyen d'une bague élastique, cette bague élastique étant adaptée pour s'engager dans une gorge correspondante formée dans la partie de sortie du boîtier ;

10° Le poseur de sonde comprend un récipient qui présente une entrée de fluide et sur l'orifice duquel est fixée l'extrémité retournée d'un fil flexible, le tube étant serré dans le récipient sous la forme de plusieurs spirales successives qui s'ouvrent en glissant au cours du retournement du tube.

III. Un appareil combiné comprenant un poseur de sonde défini sous II et remarquable notamment par les caractéristiques suivantes, considérées séparément ou en combinaisons :

1° Il comprend un réservoir de fluide de travail relié au conduit d'alimentation du poseur de sonde et qui est muni d'un élément chauffant commandé par des moyens thermostatiques ;

2° Le réservoir de fluide de travail est accouplé au conduit d'alimentation par une pompe ;

3° Le fluide de travail est agencé pour arriver au poseur de sonde par gravité et pour en être également évacué par gravité.

IV. Une sonde constituée par deux éléments coaxiaux suivant I-9, et remarquable notamment par les caractéristiques suivantes, considérées séparément ou en combinaisons :

1° L'extrémité retournée du tube extérieur est fixée à l'orifice d'un boîtier de commande, tandis

que l'extrémité retournée du tube intérieur est fixée à l'extrémité libre du tube extérieur et à un élément de retenue, l'extrémité intérieure libre du tube extérieur étant à son tour fixée à un autre élément de retenue ;

2° La sonde comprend une embase, un premier collier porteur fixé à l'embase et sur les deux extrémités opposées duquel sont fixées les deux extrémités retournées d'un premier tube retourné, un deuxième collier porteur qui peut se déplacer axialement par rapport à l'embase et sur les extrémités opposées duquel sont fixées les extrémités retournées d'un deuxième tube retourné, qui est placé à l'intérieur du premier tube, une tige susceptible de translation dans les deux sens, adaptée pour faire saillie à l'intérieur de l'âme centrale du deuxième tube ou tube intérieur, et un premier moyen de blocage adapté pour bloquer la tige par rapport à l'embase, un deuxième moyen de blocage adapté pour bloquer cette tige par rapport au deuxième collier porteur, une entrée de fluide et une sortie de fluide pour le premier et le deuxième tube ;

V. Un transporteur destiné à transporter des matières en vrac dans l'eau, comprenant un dispositif suivant I-2 à 7, et une armature constituée par des câbles enroulés en boucles qui passent sur l'âme tubulaire et à l'intérieur de cette âme du dispositif, ce transporteur étant destiné à être fixé à un bateau remorqueur.

VI. Un élévateur comprenant un dispositif suivant I-9 et remarquable en ce qu'il est constitué par une longueur de tube flexible et dont les extrémités sont retournées sur elles-mêmes et fixées à un socle approprié, l'une ou l'autre extrémité du tube flexible étant retournée par introduction d'air comprimé dans ce tube, et des moyens pour déplacer la partie du tube non retournée, qui est intermédiaire entre les deux parties retournées, de façon à faire monter ou descendre l'une ou l'autre des parties retournées.

VII. Un dispositif publicitaire comprenant un dispositif suivant I-9 et remarquable en ce que le tube porte des inscriptions ou illustrations.

VIII. Un potentiomètre électrique comprenant un dispositif suivant I-9, la surface interne du tube portant une couche, un fil ou équivalent conducteur de l'électricité, et des moyens pour retourner ce dispositif à l'extérieur et le mettre en contact avec une surface résistant au passage du courant électrique de façon à court-circuiter progressivement la résistance électrique de cette surface.

HARRY S. ZEIMER, ARIEL SIMKIN  
et THE STATE OF ISRAEL-PRIME  
MINISTER'S OFFICE

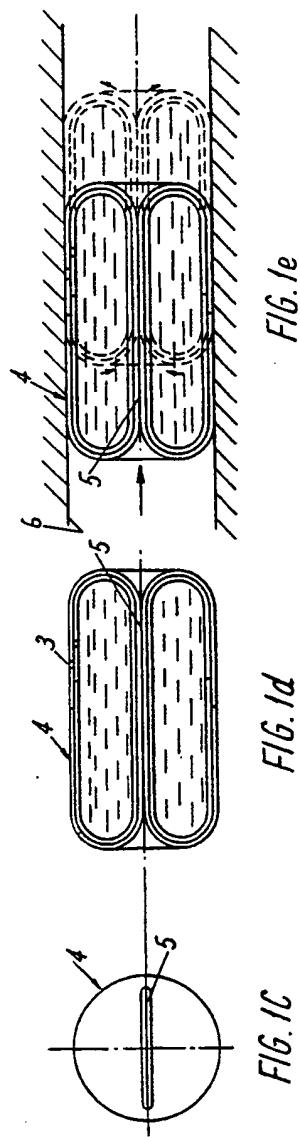
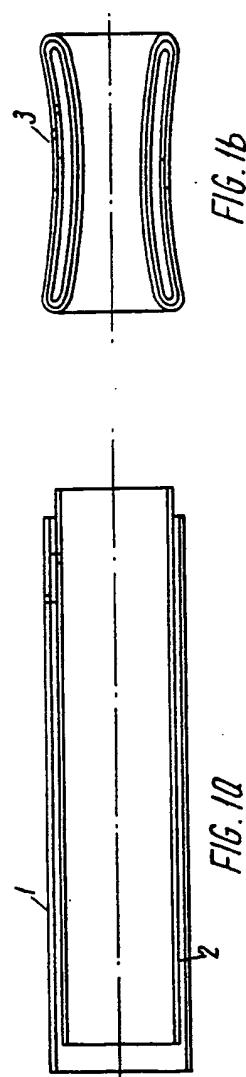
Par procuration :  
Cabinet LAVOIX

N° 1.456.623

MM. Zeimer et Simkin

14 planches. - Pl. I

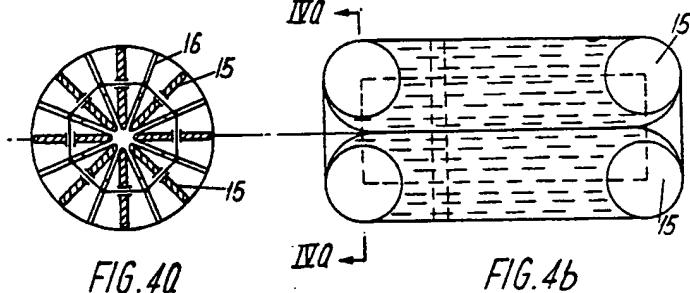
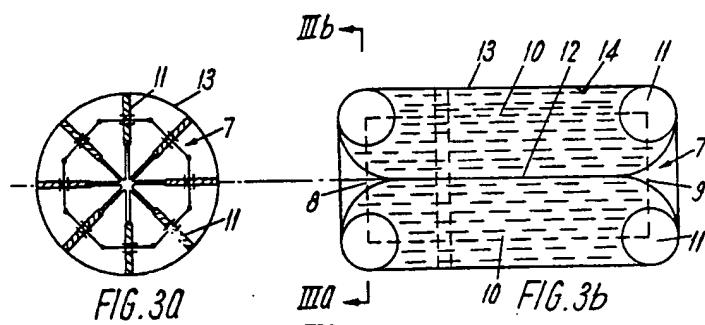
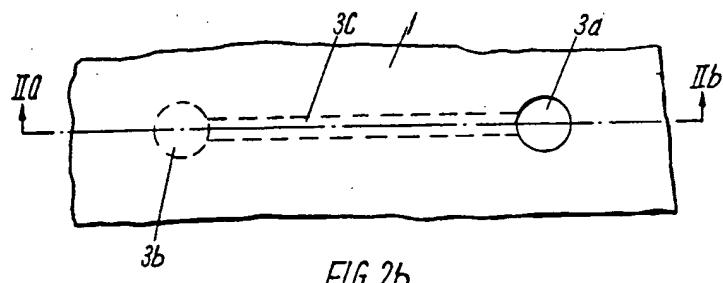
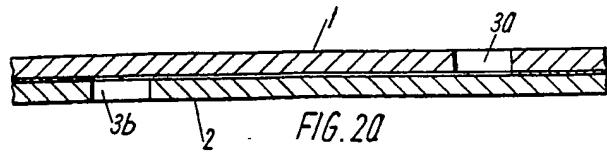
et The State of Israel-Prime Minister's Office



N° 1.456.623

MM. Zeimer et Simkin  
et The State of Israel-Prime Minister's Office

14 planches. - Pl. II



N° 1.456.623

MM. Zeimer et Simkin  
et The State of Israel-Prime Minister's Office

14 planches. - Pl. III

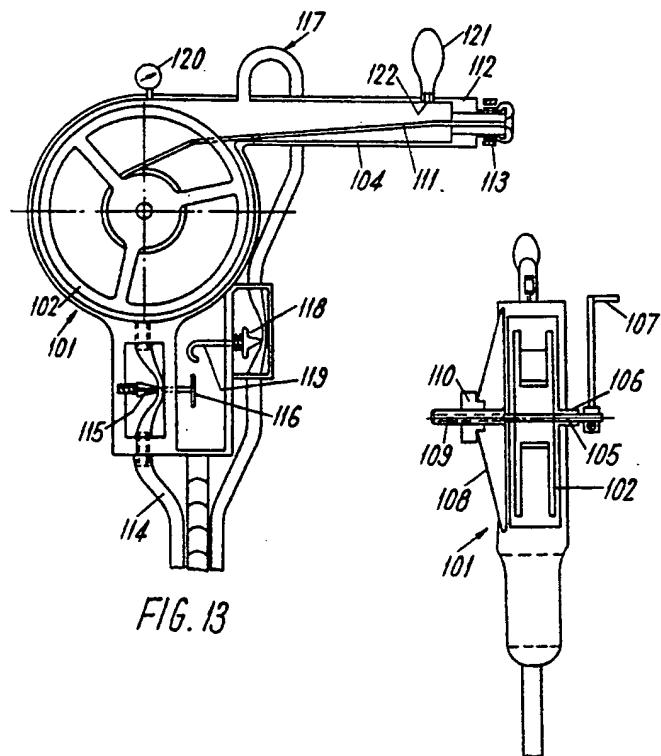
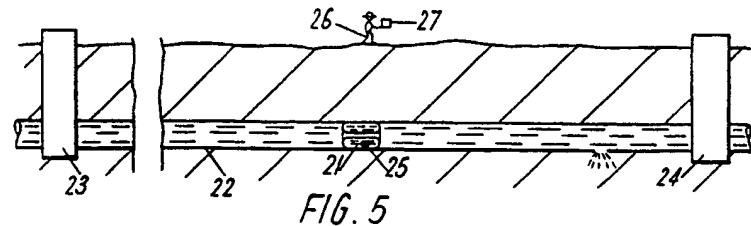


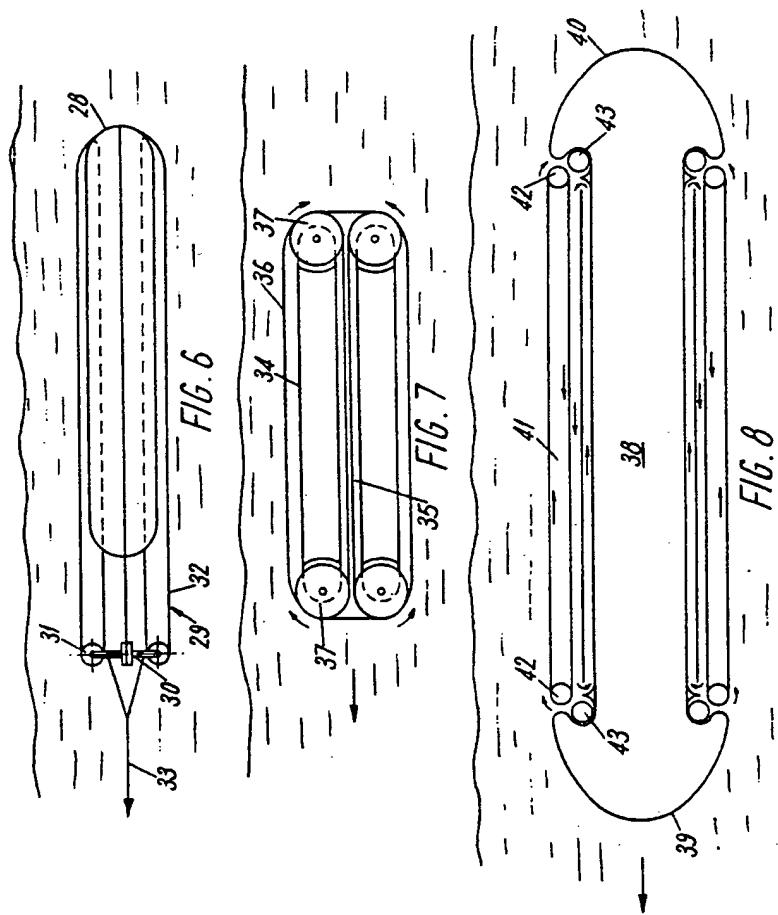
FIG. 14

N° 1.456.623

MM. Zeimer et Simkin

14 planches. - Pl. IV

et The State of Israel-Prime Minister's Office



N° 1.456.623

MM. Zeimer et Simkin

14 planches. - Pl. V

et The State of Israel-Prime Minister's Office

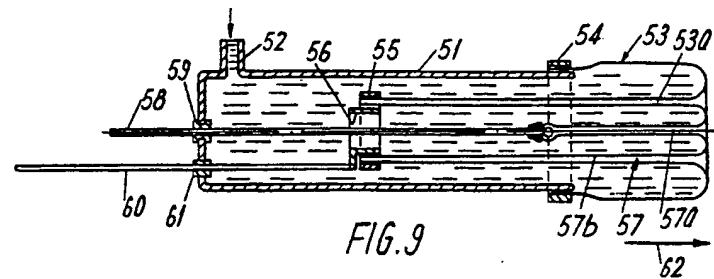


FIG. 9

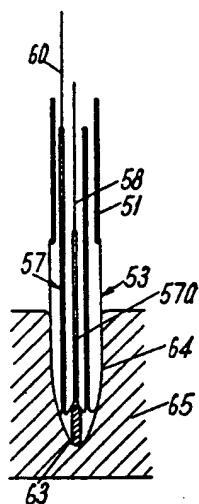


FIG. 10a

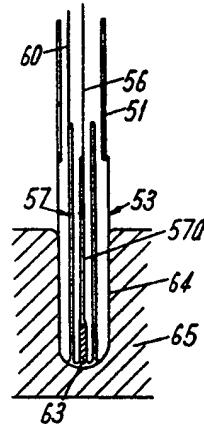


FIG. 10b

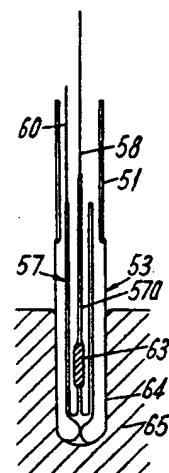
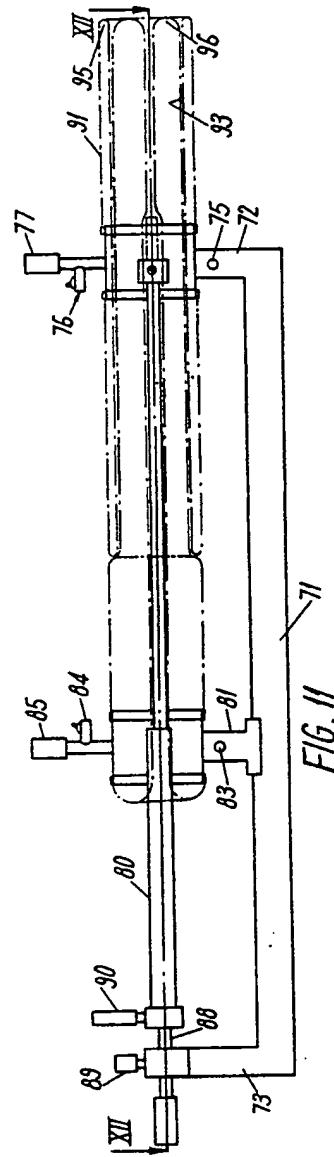
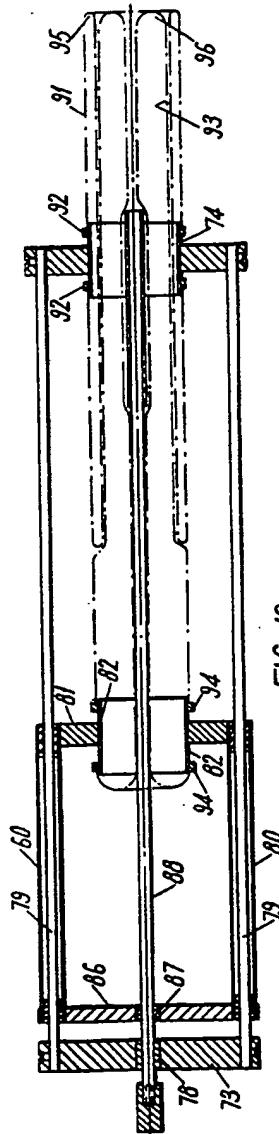


FIG. 10c

N° 1.456.623

MM. Zeimer et Simkin  
et The State of Israel-Prime Minister's Office

14 planches. - Pl. VI



N° 1.456.823

MM. Zeimer et Simkin

14 planches. - Pl. VII

et The State of Israel-Prime Minister's Office

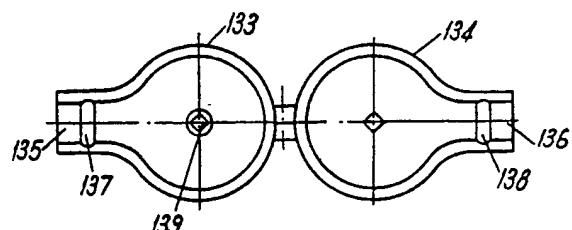


FIG. 16

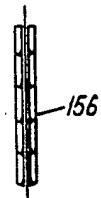


FIG. 18Q

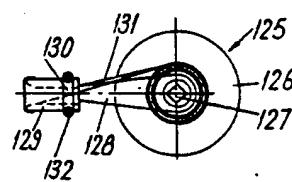


FIG. 15

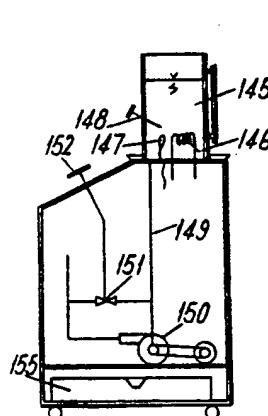


FIG. 17

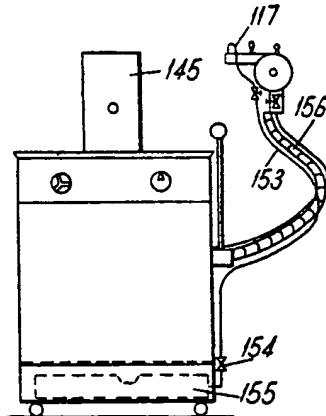


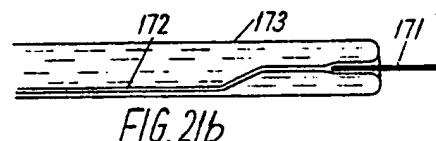
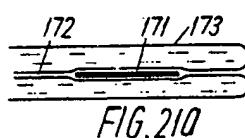
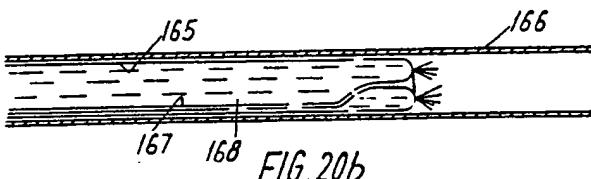
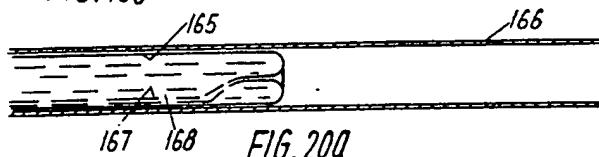
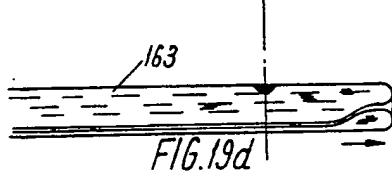
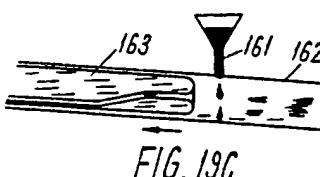
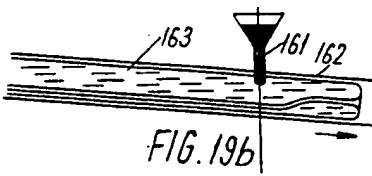
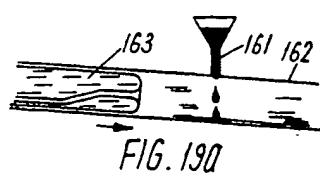
FIG. 18

N° 1.456.623

MM. Zeimer et Simkin

14 planches. - Pl. VIII

et The State of Israel-Prime Minister's Office



N° 1.456.623

MM. Zeimer et Simkin  
et The State of Israel-Prime Minister's Office

14 planches. - Pl. IX

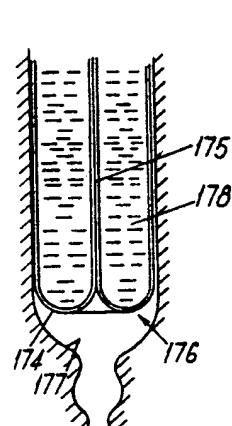


FIG. 22

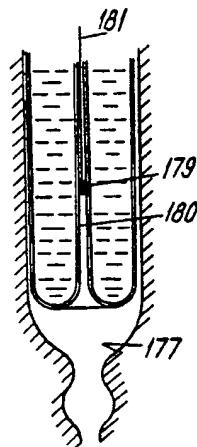


FIG. 23

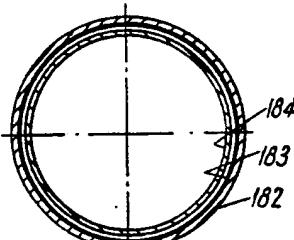


FIG. 24

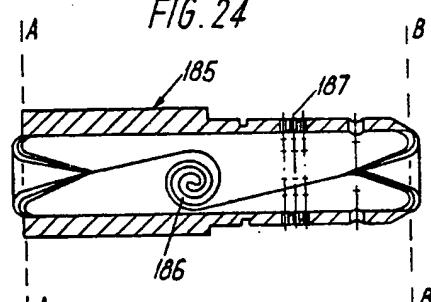


FIG. 25

N° 1.456.623

MM. Zeimer et Simkin  
et The State of Israel-Prime Minister's Office

14 planches. - Pl. X

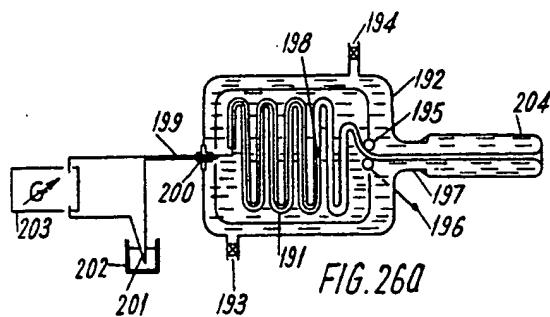


FIG. 26a

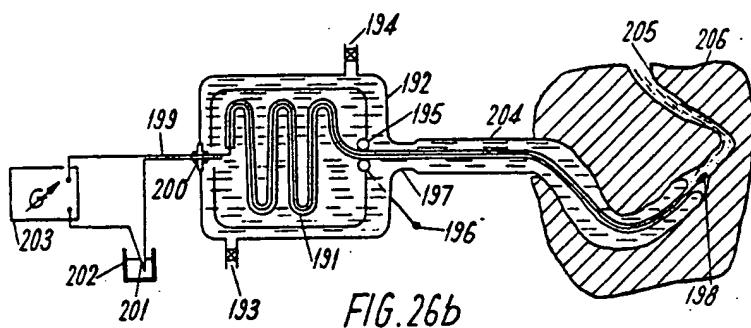


FIG. 26b

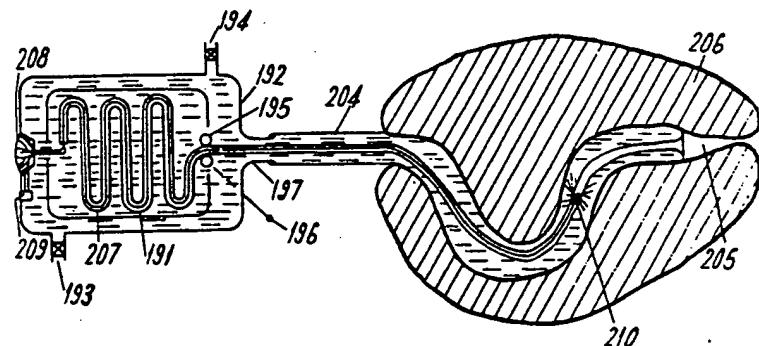
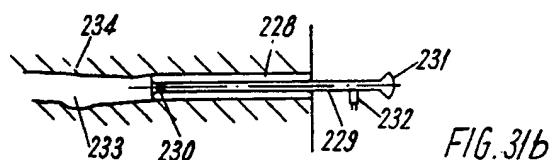
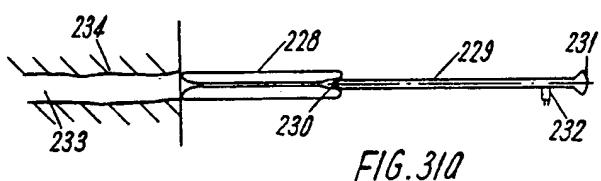
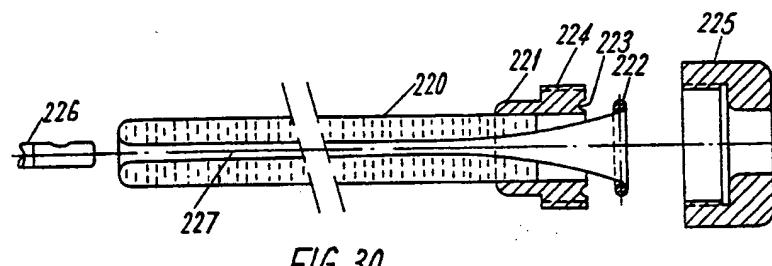
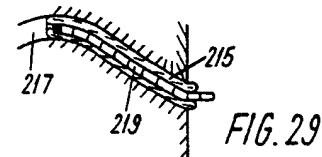
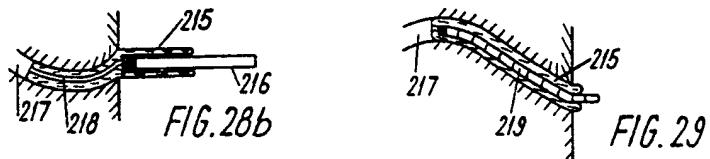
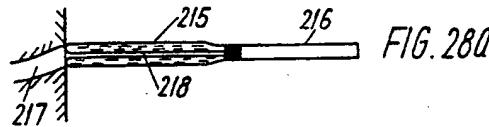


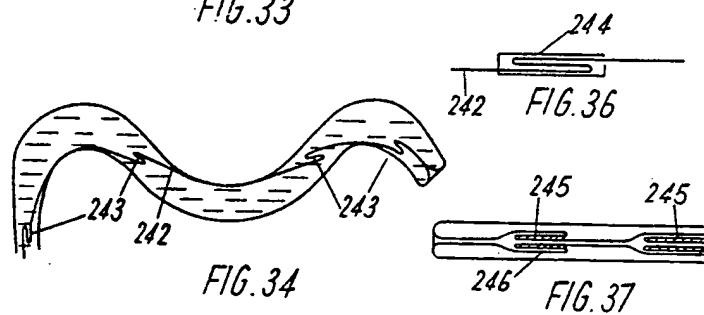
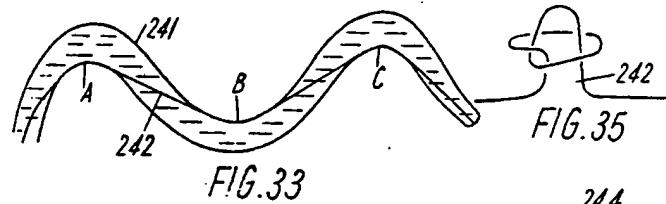
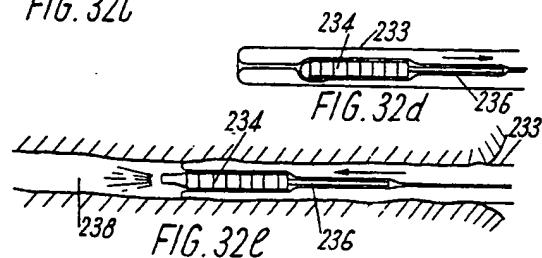
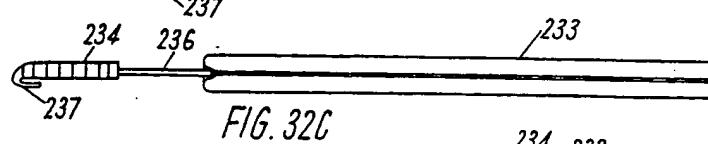
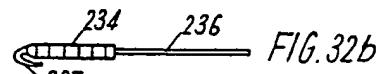
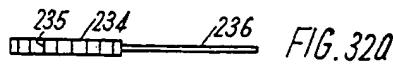
FIG. 27



N° 1.456.623

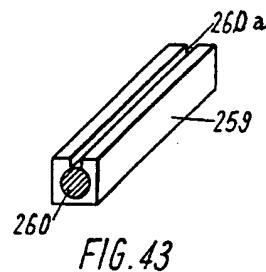
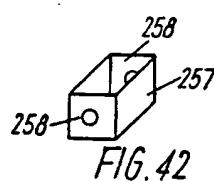
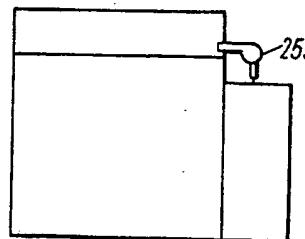
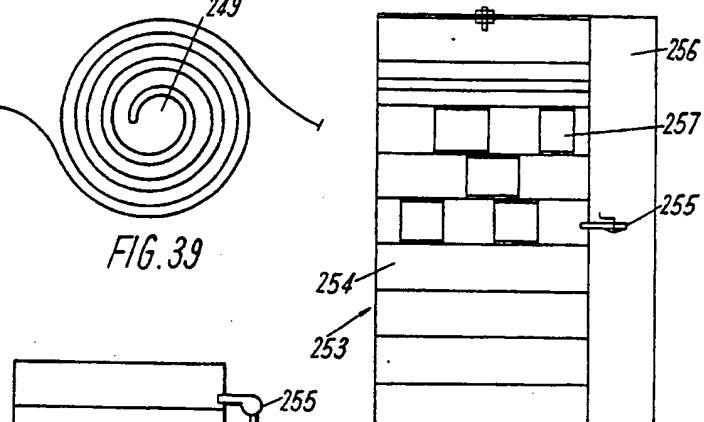
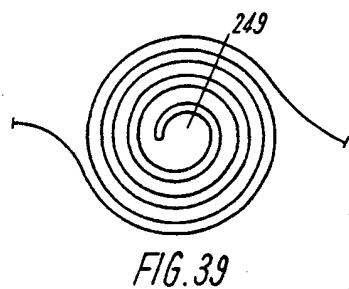
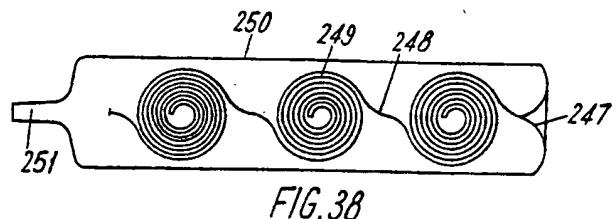
MM. Zeimer et Simkin  
et The State of Israel-Prime Minister's Office

14 planches. - Pl. XII



N° 1.456.623

MM. Zeimer et Simkin 14 planches. - Pl. XIII  
et The State of Israel-Prime Minister's Office



N° 1.456.623

MM. Zeimer et Simkin  
et The State of Israel-Prime Minister's Office

14 planches. - Pl. XIV

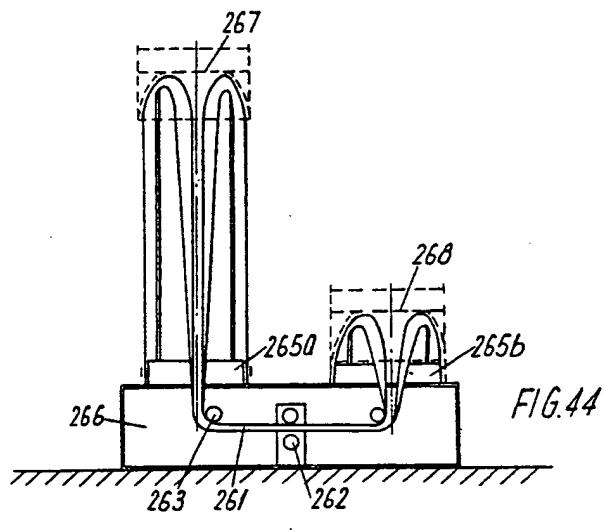


FIG.44

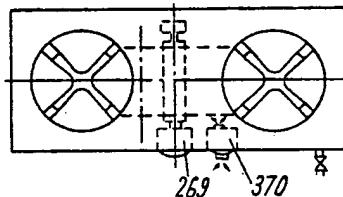


FIG. 45

THIS PAGE BLANK (USPTO)